



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

INSTITUTO DE BIOLOGIA

TIAGO DA SILVA

**JOGO “DO DNA À PROTEÍNA” - UMA PROPOSTA DE ENSINO HÍBRIDO
GAMIFICADO COM A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO CMSP – CENTRO DE MÍDIAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO**

CAMPINAS - SP

2024

TIAGO DA SILVA

JOGO “DO DNA À PROTEÍNA” - UMA PROPOSTA DE ENSINO HÍBRIDO
GAMIFICADO COM A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO CMSP – CENTRO DE MÍDIAS
DO ESTADO DE SÃO PAULO

*Dissertação apresentada ao Instituto de
Biologia da Universidade Estadual de
Campinas como parte dos requisitos exigidos
para a obtenção do título de Mestre em Ensino
de Biologia, na Área de Ensino de Biologia.*

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Galembeck

ESTE ARQUIVO DIGITAL CORRESPONDE
À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO
DEFENDIDA PELO ALUNO TIAGO DA
SILVA E ORIENTADA PELO PROF. DR.
EDUARDO GALEMBECK

CAMPINAS – SP

2024

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
Biblioteca do Instituto de Biologia
Mara Janaina de Oliveira - CRB 8/6972

Si38j Silva, Tiago da, 1987-
Jogo “do DNA à proteína” - uma proposta de ensino híbrido gamificado com a utilização do aplicativo CMSP - Centro de Mídias do Estado de São Paulo / Tiago da Silva. – Campinas, SP : [s.n.], 2024.

Orientador(es): Eduardo Galembeck.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Instituto de Biologia.

1. Gamificação. 2. Proteínas - Síntese. 3. Aminoácidos. 4. Jogos educativos. I. Galembeck, Eduardo, 1968-. II. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Instituto de Biologia. III. Título.

Informações complementares

Título em outro idioma: Game “from DNA to protein” - a proposal for gamified hybrid teaching using the CMSP app - Media Center of the State of São Paulo

Palavras-chave em inglês:

Gamification

Proteins - Synthesis

Amino acids

Educational games

Área de concentração: Ensino de Biologia

Titulação: Mestre em Ensino de Biologia

Banca examinadora:

Eduardo Galembeck [Orientador]

Cláudio Chrysostomo Werneck

Gabriel Gerber Hornink

Data de defesa: 27-08-2024

Programa de Pós-Graduação: Ensino de Biologia em Rede Nacional

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0003-2789-5273>

- Currículo Lattes do autor: <https://lattes.cnpq.br/7776062852747507>

Campinas, 27 de agosto de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Galembeck

Prof. Dr. Cláudio Chrysostomo Werneck

Prof. Dr. Gabriel Gerber Hornink

Os membros da Comissão Examinadora acima assinaram a Ata de Defesa, que se encontra no processo de vida acadêmica do aluno.

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Ensino de biologia em Rede Nacional – PROFBIO – do Instituto de Biologia.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus dois filhos, Gabriel e Davi, que durante esses dois anos brincaram, sorriram, choraram e cresceram, e principalmente à minha Esposa, Jeane, que me deu todo o suporte, desde o início, me incentivando e apoiando nos momentos mais difíceis. Sem eles nada disso seria possível. Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela oportunidade que me concedeu, guiando meus passos e colocando as pessoas certas no meu caminho. O que inicialmente era apenas uma avaliação diagnóstica, se transformou em um sonho realizado. Graças à Sua graça e misericórdia, meu machado flutuou.

À minha esposa, Jeane, cujo incentivo constante foi fundamental durante todo o processo, cuidando dos filhos e da casa com dedicação, permitindo que eu me concentrasse nos estudos e quando eu achava que não iria conseguir, ela sempre me encorajava e me dava forças. Sem seu apoio incondicional, nada disso teria sido possível.

Ao meu amigo e professor Valdecir Andrade, que me apresentou o PROFBIO, enviando o link de inscrição e, emocionado, trouxe-me o resultado! Seu apoio e incentivo foram essenciais para esta conquista.

Ao meu Orientador, Professor Dr. Eduardo Galembeck, pela paciência e disposição. Suas orientações sempre foram muito claras e objetivas, facilitando todo o processo.

Aos meus colegas de curso, que fizeram dessa jornada mais do que uma experiência acadêmica, onde nos apoiamos, nos divertimos e criamos laços. Eu sou porque nós somos!

Aos meus filhos, que me inspiram a cada dia.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”. Muito Obrigado!

RESUMO

O propósito deste trabalho é criar uma estratégia de ensino no formato híbrido de forma *gamificada* que envolva alunos do 2º ano do Ensino Médio utilizando-se de recursos presentes no aplicativo CMSP – Centro de Mídias do Estado de São Paulo, aplicativo criado pela SEDUC – SP (Secretaria de Educação do Estado de São Paulo) com o objetivo oferecer aos alunos da rede uma educação mediada por tecnologia, que aborde os conceitos relacionados aos processos envolvidos na síntese de proteínas, passando pelas etapas de transcrição, *splicing* e tradução. Propomos aqui uma Sequência Didática gamificada, composta de cinco aulas, sendo quatro presenciais e uma de forma remota, online, onde os alunos serão desafiados em uma competição em grupo a passarem pelas principais etapas da Síntese Proteica, com destaque em três momentos principais: 1 - Transcrição e Splicing; 2 - Corrida de tabuleiro “do poro da carioteca ao ribossomo”; 3 - Tradução, com a confecção de um modelo de polipeptídio de papel. Para tanto, criamos um jogo de dois ambientes, um virtual e outro físico, representando o núcleo de uma célula eucariótica e o citoplasma respectivamente, além de produzir um modelo de aminoácidos de papel para montagem de modelos proteicos.

Palavras-chave: Gamificação; Síntese; Proteínas; Aminoácidos; Jogos educativos.

ABSTRACT

The purpose of this work is to create a teaching strategy in the hybrid format in a gamified way that involves 2nd year high school students using resources present in the CMSP application - Centro de Mídias do Estado de São Paulo (São Paulo State Media Center), an application created by SEDUC - SP (São Paulo State Department of Education) with the aim of offering students in the network a technology-mediated education that addresses concepts related to the processes involved in protein synthesis, going through the stages of transcription, splicing and translation. Here we propose a gamified Didactic Sequence, made up of five lessons, four in person and one remotely, online, where students will be challenged in a group competition to go through the main stages of Protein Synthesis, with emphasis on three main moments: 1 - Transcription and Splicing; 2 - Board race "from the pore of the karyote to the ribosome"; 3 - Translation, with the making of a paper polypeptide model. To this end, we created a game with two environments, one virtual and the other physical, representing the nucleus of a eukaryotic cell and the cytoplasm respectively, as well as producing a paper model of amino acids for assembling protein models.

Keywords: Gamification; Protein; Synthesis; Aminoacids; Educational games.

LISTA DE IMAGENS

- **Imagem 1 – Carta criptografada 17**
- **Imagem 2 – RNAm 18**
- **Imagem 3 – Tela inicial CMSP WEB 20**
- **Imagem 4 – Página de login – CMSP Web 20**
- **Imagem 5 – Escolha da turma – CMSP Web 21**
- **Imagem 6 – Início da aula 21**
- **Imagem 7 – Presença dos alunos 22**
- **Imagem 8 – Transmissão de vídeo do YouTube 23**
- **Imagem 9 – Splicing 24**
- **Imagem 10 – Adaptação com o google *forms* 25**
- **Imagem 11 – Tabuleiro e cartas 26**
- **Imagem 12 – Tabela de códons 27**
- **Imagem 13 – Aminoácidos 27**
- **Imagem 14 – Dobras/ligação peptídica 28**
- **Imagem 15 – Modelos de proteína 29**
- **Imagem 16 – Cadeia Polipeptídica Convencional 32**
- **Imagem 17 – Novas plataformas do CMSP 33**

LISTA DE QUADROS

- **Quadro 1 – Rubrica avaliativa – aula 1 19**
- **Quadro 2 – Rubrica avaliativa – aula 2 22**
- **Quadro 3 – Rubrica avaliativa – aulas 3 e 4 29**

LISTA DE ABREVIATURAS

- **ATPC – Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo**
- **ATP – Adenosina Trifosfato**
- **BNCC – Base Nacional Comum Curricular**
- **CAP – Capping (Adição de Estrutura Química no RNAm)**
- **CMSP – Centro de Mídias do Estado de São Paulo**
- **ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio**
- **PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia**
- **QR – Quick Response**
- **RA – Registro de Aluno**
- **RNAm – RNA mensageiro**
- **SEDUC – Secretaria de Educação do Estado de São Paulo**
- **TCM – Trabalho de Conclusão de Mestrado**
- **tRNA – RNA transportador**
- **UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas**

SUMÁRIO

• Introdução	12
• Justificativa	15
• Objetivos	16
○ Objetivo Geral	16
○ Objetivos Específicos	16
• Produtos	16
• Metodologia	16
• Desenvolvimento do Programa	17
• Discussão da Metodologia Proposta	30
• Considerações Finais	33
• Perspectivas Futuras	34
• Relato do mestrando	35
• Referências	36
• Apêndices	42
• Anexos	99

INTRODUÇÃO

O ano de 2020 trouxe consigo uma nova realidade ao Brasil e ao mundo, com o advento da pandemia causada pelo Coronavírus, desafios muito além daqueles diretamente envolvidos com a saúde, se fizeram presentes. Um deles certamente foi a educação, que precisou se adaptar ao ensino remoto devido ao isolamento social. Professores e alunos foram desafiados a se reinventarem, utilizando-se de várias estratégias na tentativa de diminuir o impacto no aprendizado. A tecnologia de informação nunca foi tão necessária e presente dentro do âmbito educacional, revelando problemas que anteriormente eram ignorados ou vistos de maneira simplista, como a falta de estrutura tecnológica, altas defasagens no aprendizado, estudantes desmotivados e muitas vezes sem apoio familiar.

Segundo Costa (2020), o despreparo teórico e tecnológico das entidades educacionais se relacionou com a falta de um plano de contingência educacional e administrativo. Muitas medidas foram tomadas a toque de caixa, onde docentes de todo o Brasil, tiveram que se reinventar e aprender novas tecnologias. No estado de São Paulo, várias ações foram tomadas na tentativa de criar um modelo de ensino remoto. A principal delas foi a criação de uma plataforma denominada Centro de Mídias da Educação de São Paulo (CMSP), que, de acordo com Neves (2020), foi o principal meio de aprendizagem para os estudantes do Estado durante o período de isolamento social. O acesso aos conteúdos se dava de forma online pelo aplicativo CMSP, pelo portal do CMSP e por canais de TV aberta, como TV Educação e TV Univesp (MENDONÇA, 2020).

No ano de 2022, com a retomada do ensino presencial, a utilização desta ferramenta por parte dos alunos se tornava cada vez mais escassa, sendo que durante o ano de 2021, no formato híbrido, já observávamos o baixo engajamento dos educandos. Ainda no início de 2023, havia aulas sendo transmitidas de forma síncrona e assíncrona, gravadas nos estúdios do CMSP. Os conteúdos eram direcionados à todas as etapas do Ensino Básico, em todas as disciplinas. Nas escolas, por parte dos professores, sua utilização se dava em duas vertentes, para todos, como veículo de formação nas ATPCs (aula de trabalho pedagógico coletivo) e como plataforma de ensino para aqueles que ministram aulas de ¹expansão no NOVO ENSINO MÉDIO.

¹ Para que se cumpra a ampliação da carga horária de 2400h para 3000h – 1000h por ano, referente ao NOVO ENSINO MÉDIO, aos alunos das escolas regulares matriculados no período noturno são ofertadas duas aulas diárias no contraturno. Essas aulas podem ser acompanhadas de forma síncrona ou assíncrona.

Até dezembro de 2023, o uso do aplicativo por parte dos estudantes e educadores possui dados patrocinados, sendo possível ao professor fazer videochamadas, interagir via chat, colocar dois alunos interagindo no vídeo, compartilhar sua tela, ou exibir outros vídeos de plataformas online, como *YouTube* por exemplo. O uso dessas tecnologias viabiliza um aprender fora do convencional, possibilitando um grande repertório de materiais de vários formatos, otimizando tempo e espaço. (MENDONÇA, 2020).

Dentro deste contexto, o ensino de Biologia se tornou mais desafiador, ficando evidente a necessidade da quebra de paradigmas encontrados no ensino tradicional, principalmente agora, onde os prejuízos educacionais ficaram muito mais expressivos. Tradicionalmente a quantidade enorme de termos, conceitos e processos foram carregados por muitos anos dentro das escolas, fazendo com que o aprendizado de Biologia se concentrasse apenas no componente descritivo focado na memorização produzindo uma percepção equivocada de uma ciência estacionada com verdades prontas e acabadas. (MOTOKANE, 2015).

Diante disto, surge a ideia do presente projeto, fomentar a utilização do aplicativo CMSP por parte dos educandos a partir de uma sequência didática gamificada que aborde um dos conteúdos chave para o ensino de genética, a síntese proteica. A proposta é aumentar o engajamento dos alunos nas aulas de expansão (com a grade do novo Ensino Médio, hoje temos a disciplina de biologia apenas nos primeiros e segundos anos distribuídas em duas aulas semanais, sendo que em algumas escolas com ensino noturno, uma aula é presencial e outra remota) e explorar os benefícios educacionais obtidos em metodologias ativas e gamificação, como o aumento do engajamento e da motivação dos alunos, a aprendizagem ativa e o desenvolvimento de habilidades críticas, como trabalho em equipe e resolução de problemas. O próprio modelo de ensino adotado pelo PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional, em formato híbrido, serviu de inspiração, com atividades pré - encontro e pós - encontro de forma que houvesse a necessidade da participação das atividades remotas para o êxito nas atividades presenciais. A partir dessas observações alguns questionamentos se fizeram presentes em minha mente: Como fazer com que os estudantes se sintam motivados a participar das aulas remotas? De que forma essas aulas poderiam contribuir com as aulas presenciais? Sabendo que os jovens em geral são muito competitivos, ficou claro que a *gamificação* seria um caminho possível.

O uso de jogos tem se tornado frequente nos ambientes educacionais motivando educandos de todas as idades, sendo visto como algo mais leve onde os participantes conseguem

passar muito tempo sem o desgaste causado pelo trabalho, que geralmente é entendido como algo complicado, difícil e entediante. No entanto, é importante diferenciar essa prática do conceito de gamificação, que envolve a aplicação de elementos de jogos em contextos não lúdicos, com o objetivo de aumentar o engajamento e a motivação dos estudantes. (LENCASTRE, J. A., 2014; BISSOLOTTI et al., 2014).

O ato de jogar traz ao jogador a necessidade de certas competências, desenvolvimento lógico-cognitivo e social, dessa forma auxilia no desenvolvimento da criatividade, capacidade leitora e escritora, além de competências socioemocionais como empatia, resiliência, abertura ao novo etc. De acordo com Prensky (2002) o que diferencia um jogo de uma brincadeira são as regras, além disso se deve levar em consideração outros elementos, tais como: Quais são os objetivos e metas? Resultados e *feedback*? Quais são as características desse jogo, competição, conflito, desafio ou uma oposição? Como será a interação entre a representação e a história? GRANDO, 2008.

No ambiente escolar as habilidades necessárias para um determinado jogo, geralmente não são desenvolvidas, possivelmente isso ocorre pois ainda há uma resistência em se manter no ensino tradicional, ou seja, a transmissão unilateral de conhecimento, método que não convence os jovens da atualidade, uma vez que podem aprender em muitas outras fontes, em qualquer lugar a qualquer momento. A percepção da crescente desmotivação dos estudantes, é quase um consenso. Portanto a gamificação tem ganhado cada vez mais adeptos. De acordo com Tolomei, o uso de gamificação no ensino presencial ou remoto promove maior engajamento do aluno durante as atividades e interação com seus colegas. Essa abordagem não só torna o aprendizado mais envolvente, mas também ajuda os alunos a cultivarem habilidades fundamentais, como a resolução de problemas, a colaboração e o pensamento crítico, que são cruciais no contexto atual. (TOLOMEI, 2017).

Segundo Bacich e Moran (2018), ao motivar os alunos com atividades mais atraentes, nas quais o aluno se torna protagonista do seu conhecimento e não apenas um mero “receptor de informações” a aprendizagem se torna significativa e a escola cumpre seu papel.

Tendo em vista o assunto escolhido para a abordagem e a compartimentação dos processos de síntese de RNA e síntese proteica nas células eucarióticas, ou seja, núcleo e citoplasma, ficou evidente a possibilidade de criar um jogo utilizando dois ambientes, digital e físico. Essa abordagem permite que os alunos experimentem as interações entre os processos, evidenciando como a síntese de RNA no núcleo é essencial para a produção de proteínas no

citoplasma. Além disso, muitas analogias são possíveis de se fazer, transformando a sala de aula em uma grande célula.

JUSTIFICATIVA

A escolha do assunto a ser abordado surge da necessidade observada durante minha prática pedagógica, onde, para a maioria dos alunos a maquinaria celular e os processos citológicos são muito abstratos. Além disso, os conteúdos sobre genética molecular, genética mendeliana e metabolismo são trabalhados de forma individualizada, dificultando uma correlação por parte dos alunos e professores. Tais conteúdos são amplamente cobrados no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). De acordo com Nascimento (2020), entre 1998 e 2019, 392 questões foram de biologia, das quais 12,75% foram sobre genética com destaque em Genética Molecular, Genética de Microrganismo e Biotecnologia/Engenharia genética. (NASCIMENTO, 2020).

Entender esses mecanismos é de suma importância para a compreensão dos seguintes objetos do conhecimento, contidos no currículo paulista: Biotecnologia e Bioética aplicada à biotecnologia (patentes, segurança da informação e experimentação). Aplicações da biotecnologia (clonagem, transgenia, controle de pragas, terapias gênicas e tratamentos), além de apoiar outros temas como: Evolução, embriologia e bioquímica. Ao abordar esses conteúdos, os alunos desenvolvem competências e habilidades alinhadas à matriz do ENEM, que enfatiza a capacidade de analisar, interpretar e resolver problemas em contextos diversos (BRASIL, 2021).

A seleção da abordagem, gamificação, tem sido uma estratégia exitosa dentro da rede, como pode ser verificado no site oficial da Secretaria da Educação de São Paulo, que detalha as práticas e recursos utilizados, uma vez que os próprios materiais de apoio sugerem esse tipo de metodologia aliados a isso, temos a Co dependência entre os temas das aulas presenciais com a aula remota que promove o engajamento dos alunos na plataforma CMSP. (SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2023).

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Criar um jogo que explore a síntese de proteínas em uma célula eucariótica adaptado para o ensino híbrido.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver uma sequência didática para o ensino híbrido que utilize os recursos do aplicativo Centro de Mídias do Estado de São Paulo, combinando-os com um jogo de tabuleiro criado para este projeto, intitulado “Do DNA à Proteína”. Dessa forma, apoiar a compreensão da síntese de proteínas e do papel do DNA nesse processo, além de explorar a relação entre genes e proteínas, e a sequência de aminoácidos e sua influência na estrutura tridimensional das proteínas. Esse jogo também poderá ser jogado no ensino presencial mediado por tecnologia.

PRODUTOS

1. Sequência Didática “Do DNA à Proteína” para o Ensino Híbrido utilizando os recursos do aplicativo CMSP – Centro de Mídias do Estado de São Paulo.
 - 1.1. Jogo de tabuleiro mediado por tecnologia “Do DNA à Proteína” composto por um *quiz*, um modelo proteico com aminoácidos de papel, juntamente com o manual de regras.

METODOLOGIA

A metodologia escolhida para o desenvolvimento do trabalho foi a Aprendizagem Baseada em Equipes, também conhecida como TBL, do inglês *Team Based Learning*, juntamente com a *gamificação*. Tais metodologias possuem características dinâmicas, sendo consideradas como metodologias ativas, rompendo com o ensino tradicional. Segundo Michaelsen et al. (2002), a TBL promove o trabalho colaborativo e o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, a comunicação e a resolução de problemas. A gamificação, por sua vez, segundo Werbach e Hunter (2012), utiliza elementos de jogos para tornar o processo de aprendizagem mais envolvente, o que pode aumentar a motivação e a persistência dos estudantes.

A escolha de tais metodologias se deu pela minha própria experiência docente, com mais de quinze anos de formação, sendo os dez últimos anos atuando como Professor de Ensino Médio na rede pública do Estado de São Paulo, pude observar e aprender muito com os jovens,

que geralmente necessitam de algum estímulo para sair de sua zona de conforto e assumir o protagonismo do seu aprendizado.

DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

No desenvolver deste trabalho, utilizamos alguns recursos do aplicativo CMSP, como atividade remota, de forma que contemplasse um dos ambientes do jogo, o **núcleo de uma célula eucariótica**, sendo o citoplasma representado por um tabuleiro na aula presencial. A seguir iremos expor toda a sequência sugerida:

Sequência Didática “Do DNA à Proteína” para o Ensino Híbrido utilizando os recursos do aplicativo CMSP – Centro de Mídias do Estado de São Paulo.

1ª AULA

1. 15 min. – Desafio:

Inicialmente, todos os alunos receberão uma carta criptografada, conforme a imagem a seguir, e tentarão descobrir o que está escrito. Os vencedores (cinco ou seis primeiros a depender do tamanho da turma) dessa etapa ganharão o “poder da polimerase” e se tornarão os responsáveis pela transcrição em seu grupo.

Imagem 1 – Carta criptografada

**GUZEN
CAPOR**

VEGÔ FEI GERVEGUDE U ZUNTIGIZUN DO AMU JENRUDU
OMEGIERURTO, VUMES GERHOGON AM ZEAGE DU MUQAIRUNI
GOLALUN, OM AMU VIUCOM DE DRU Û ZNETOÍRU. RUE ZONGU
OSSU EZENTARIDUDO ÁRIGU DO OXZLENUN E MARDE DU
BIELECIU MELOGALUN!

Fonte: produzido pelo autor

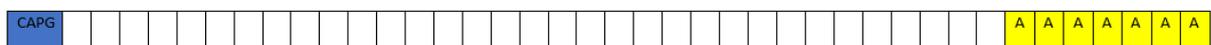
A dica está no título, basta trocar as letras superiores com as inferiores e vice-versa, ou seja, G↔C, U↔A, Z↔P, E↔O e N↔R. A mensagem descryptografada ficaria da seguinte forma: VOCÊ FOI CONVOCADO A PARTICIPAR DE UMA JORNADA EMOCIONANTE, VAMOS CONHECER UM POUCO DA MAQUINARIA CELULAR, EM UMA VIAGEM DO DNA À PROTEÍNA. NÃO PERCA ESSA OPORTUNIDADE ÚNICA DE EXPLORAR O MUNDO DA BIOLOGIA MOLECULAR!

2. 15 min. – Contextualização:

Cada aluno “polimerase” deverá compor uma equipe (agrupamento produtivo) durante as atividades propostas e receberão uma fita (**Imagem 2**) em branco para levarem para suas casas, que será utilizada durante a 2ª Aula, no ambiente virtual. Após a composição dos grupos, fazer um *Brainstorming* sobre o que os alunos já sabem sobre DNA, Gene, Transcrição e Tradução e em seguida, exibir os vídeos: DIFERENÇAS ENTRE O DNA E O RNA | 6 PRINCIPAIS DIFERENÇAS | VIDEO ANIMADO. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=b0cZLgTA7hs>>. Acesso em: 12/01/2024 e O QUE É O GENE? COMO FUNCIONA E QUAIS SUAS FUNÇÕES – VÍDEO ANIMADO. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=E6DPIgLqdCo>> Acesso em: 12/01/2024. Ambos do canal da plataforma *YouTube*, NutriDiversidade – Disponível em: <<https://www.youtube.com/@NutriDiversidade>>. Acesso em: 12/01/2024.

Após a exibição dos vídeos, questionar os alunos se perceberam alguma semelhança entre a carta criptografada e as estruturas dos ácidos nucleicos. Espera-se que eles percebam o pareamento específico das bases nitrogenadas.

Imagem 2: RNAm.



Fonte: produzido pelo autor.

3. 15 min – Sistematização:

Registrar na lousa o pareamento específico das bases nitrogenadas no DNA e no RNA durante a transcrição e aplicar um exercício sobre a regra de Chargaff (em um fragmento de DNA a quantidade de Citosinas será igual à quantidade de Guaninas, o mesmo ocorre entre Timinas e Adeninas). (NELSON, DAVID L. 2014)

Exemplo:

Um fragmento de DNA com 100 pares de base (pb) possui 40% de Citosinas (C), determine a quantidade (número de bases) de cada uma das quatro bases nitrogenadas neste fragmento.

Resolução: Determinação das Quantidades de Bases Nitrogenadas em um Fragmento de DNA:

Conteúdo de Guaninas (G):

O fragmento de DNA possui 40% de citosina (C).

Portanto, 40% de 100 pb é igual a 40 pb de citosina, de acordo com a regra de Chargaff - Citosina (C) = Guanina (G), temos também 40 pb de guanina.

Determinação de Adenina (A) e Timina (T):

O conteúdo total de citosina (C) e guanina (G) é 40 pb + 40 pb = 80 pb.

Como o fragmento de DNA possui 100 pb no total, a quantidade de adenina (A) e timina (T) juntas é 100 pb - 80 pb = 20 pb. Como a adenina (A) é igual à timina (T) na regra de Chargaff, ambas são 20 pb / 2 = 10 pb cada.

Resumindo:

Adenina (A): 10 pb, 20 bases. Timina (T): 10 pb, 20 bases. Guanina (G): 40 pb, 80 bases. Citosina (C): 40 pb, 80 bases.

Obs.: A ideia aqui é a formação de grupos heterogêneos, porém equilibrados. O professor deverá observar as interações nos grupos buscando perceber as contribuições individuais e coletivas. Indicamos uma avaliação por Rubricas (QUADRO 1) e a utilização dos resultados para contagem de “pontos” durante a sequência de atividades.

Quadro 1: Rubrica avaliativa – aula 1.

	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Os integrantes do grupo seguiram as orientações do professor na formação dos agrupamentos de forma:	Inadequada	Adequada	Excelente
Durante a realização do <i>Brainstorming</i> e a exibição dos vídeos o grupo se portou de maneira:	Inadequada	Adequada	Excelente
A contribuição individual e coletiva, dentro de cada agrupamento ocorreu de modo:	Inadequada	Adequada	Excelente

Fonte: Quadro elaborado pelo autor.

2ª AULA

A proposta para essa segunda aula é a utilização dos recursos do aplicativo CMSP (Centro de Mídias do Estado de São Paulo) em uma aula remota de forma síncrona (EXPANSÃO). O

acesso à essa plataforma pode ser feito via aplicativo, disponível para aparelhos Android e IOS², ou ainda pela versão WEB, disponível em: < <https://cmspweb.ip.tv/>>, acesso em: 16/01/2024, a qual vamos exemplificar a seguir:

Imagem 3: Tela inicial CMSP WEB



Fonte: print da tela

Ao acessar o site CMSP Web, o professor deverá clicar em “servidor”, já os alunos devem clicar em “Acesso para alunos”.

Imagem 4: Página de *login* – CMSP Web



Fonte: print da tela

Para professores o *login* é seu RG, enquanto para os alunos o *login* é seu RA (Registro Acadêmico). A senha é a mesma utilizada na Secretaria Escolar Digital, plataforma *online* que centraliza a gestão da administração escolar da Rede Estadual do Estado de São Paulo.

²CMSP para Android: https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.ip.edusp&pcampaignid=web_share
 CMSP para IOS: [CMSP na App Store \(apple.com\)](https://apps.apple.com/br/app/cmsp/id1441111111)

(SECRETARIA ESCOLAR DIGITAL, disponível em: < <https://sed.educacao.sp.gov.br/>>, acesso em: 02/12/2023.

Após o *login*, o professor deverá escolher sua turma e iniciar a aula.

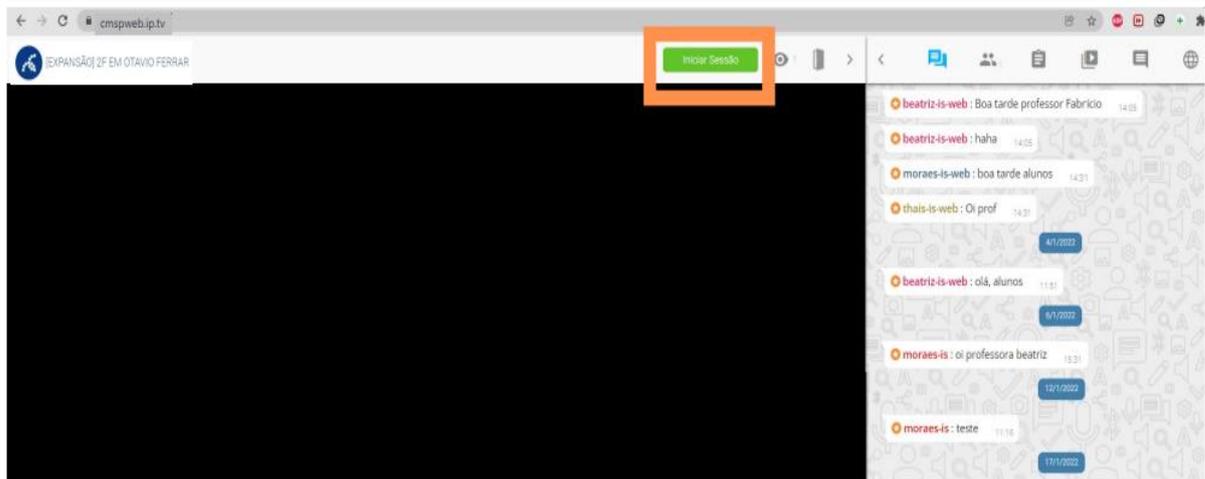
Imagem 5: Escolha da turma – CMSP Web



Fonte: CMSP 22 TURMAS E AULAS, centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br, 2022.

Disponível em: <https://centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/CMSP-22-Transmissao-e-aulas3-2.pdf>. Acesso em: 20/12/2023

Imagem 6: início da aula



Fonte: CMSP 22 TURMAS E AULAS, centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br, 2022.

Disponível em: <https://centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/CMSP-22-Transmissao-e-aulas3-2.pdf>. Acesso em: 20/12/2023

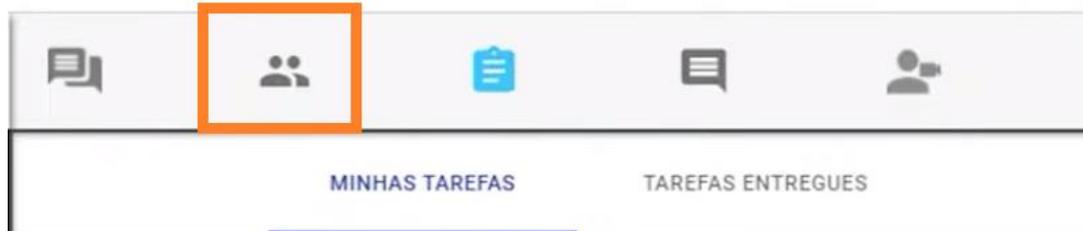
1. 10 min. – Sensibilização Inicial

Iniciar a aula com algumas questões disparadoras: Nosso DNA possui a “receita” da vida, sendo o gene a unidade fundamental da hereditariedade, como essa informação se transforma em característica? Um gene sempre corresponde a uma proteína? Esses

questionamentos podem ser feitos verbalmente ou via *chat*, conforme o professor julgar melhor.

Pedir aos alunos que registrem no *chat* suas respostas e enquanto isso verificar quais alunos estão logados para computar os pontos de cada grupo, para isto basta clicar no ícone em destaque.

Imagem 7: presença dos alunos



Fonte: print da tela

Como um dos objetivos é o incentivo à utilização desta plataforma, é fundamental valorizar a participação ativa dos alunos durante a aula. Indicamos a seguinte tabela de pontuação (QUADRO 2):

Quadro 2: Rubrica avaliativa – aula 2.

	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Presença dos membros do grupo *considerar apenas os alunos com recursos disponíveis	Abaixo de 50%	Entre 50% e 80%	Acima de 80%
Interação no <i>Chat</i>	Inadequada	Adequado	Excelente
Contribuição individual e coletiva na atividade de transcrição e <i>splicing</i>	Inadequada	Adequada	Excelente

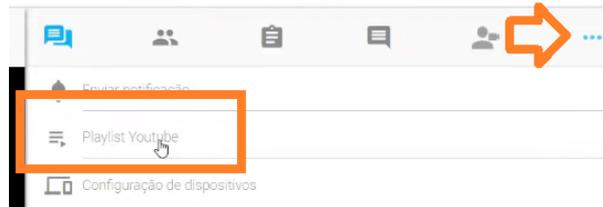
Fonte: Quadro elaborado pelo autor.

O professor deverá informar aos alunos que a plataforma digital representará o **núcleo** de uma **célula eucariótica** e que a partir de agora os alunos participarão de uma “corrida, **do DNA à Proteína**”.

2. 10 min – Transcrição

Após a discussão inicial, transmitir o vídeo: TRANSCRIÇÃO DO RNA – BRASIL ESCOLA, disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=U6n2KmK7nGU>>, acesso em: 10/12/2023. Para isto, basta colar o link do vídeo na tela *pop up* que se abre após a seguinte tela:

Imagem 8: transmissão de vídeo do *YouTube*



Fonte: print da tela

Após a exibição do vídeo, compartilhar via chat a seguinte sequência de nucleotídeos: **5'- TAC CGC TTC AAG GGT TCA GAA GCG TAG ACG TCG GCT GGA TTA AGT ACC GCA CGC GCC GTC GCC GAC GAA ATT – 3'** e pedir para que todos façam a transcrição em seus cadernos que será conferida pelo grupo na próxima aula.

3. 15 min. – *Splicing*

Compartilhar o link da matéria: “Quantos genes tem o ser humano e por que esse número é menor que o de proteínas?”. RUMJANEK, FRANKLIN, 2006. cienciahoje.org.br, 2006. Disponível em: < <https://cienciahoje.org.br/artigo/quantos-genes-tem-o-ser-humano-e-por-que-esse-numero-e-menor-que-o-de-proteinas/>>.

Acesso em: 18/06/2023.

3.1 Após a leitura, retomar à questão inicial: **Um gene corresponde a uma proteína?**

Em seguida, exibir o vídeo “MOSCAS E O SPLICING ALTERNATIVO” do canal Instante biotec no *YouTube* disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=hhqX9fR5Grc&t=117s>>, acesso em: 12/06/2023.

4. 10 min. – *Splicing alternativo*

Exibir a imagem a seguir, e questionar os alunos sobre as possíveis alternativas de *splicing*. Para finalizar a aula os alunos “polimerases” deverão copiar a sequência escolhida pelo seu grupo, é importante que os éxons 1 e 5 se mantenham nas posições originais, pois indicam o início da transcrição e o fim da tradução.

disponível em: <<https://br.qr-code-generator.com/>>, acesso em: 4/10/2023, convertemos o *link* do referido formulário em um código QR, esta imagem foi “colada” no núcleo do tabuleiro, conforme a imagem abaixo:

Imagem 10: Adaptação com o *google forms*.



Fonte: imagem produzida pelo autor

3ª AULA

Nesta aula os alunos participarão de uma corrida em um tabuleiro. Cada grupo de alunos da aula anterior deverão escolher um representante para comandar o Peão (RNAm) que se moverá de acordo com o número sorteado no dado.

O tabuleiro está organizado com 40 casas, sendo que a primeira se encontra no núcleo e a última representará o Ribossomo.

No percurso do tabuleiro haverá 10 casas com um ponto de interrogação e 10 casas com a letra “A”.

Caso o peão caia em uma casa com o ponto de interrogação, o grupo deverá responder a uma questão presente em uma carta (ao todo serão 12 cartas, uma para cada ponto de interrogação e duas extras) se acertarem, eles deverão jogar novamente e avançar no jogo, se errarem, deverão ficar uma rodada sem jogar. As cartas deverão ser colocadas na parte inferior do tabuleiro com as questões voltadas para baixo o professor será o mediador e é ele quem fará as perguntas aos grupos. A resposta correta está grafada em *itálico*.

Se o peão cair na letra “A”, os alunos deverão riscar a última adenina, lembrando que para chegar ao ribossomo a cauda poli A é essencial, caso perca todas a adeninas no caminho,

o grupo deverá sortear uma carta e respondê-la corretamente para recuperar uma adenina e continuar no jogo.

O primeiro que chegar ao ribossomo vence essa etapa.

Imagem 11: Tabuleiro e cartas

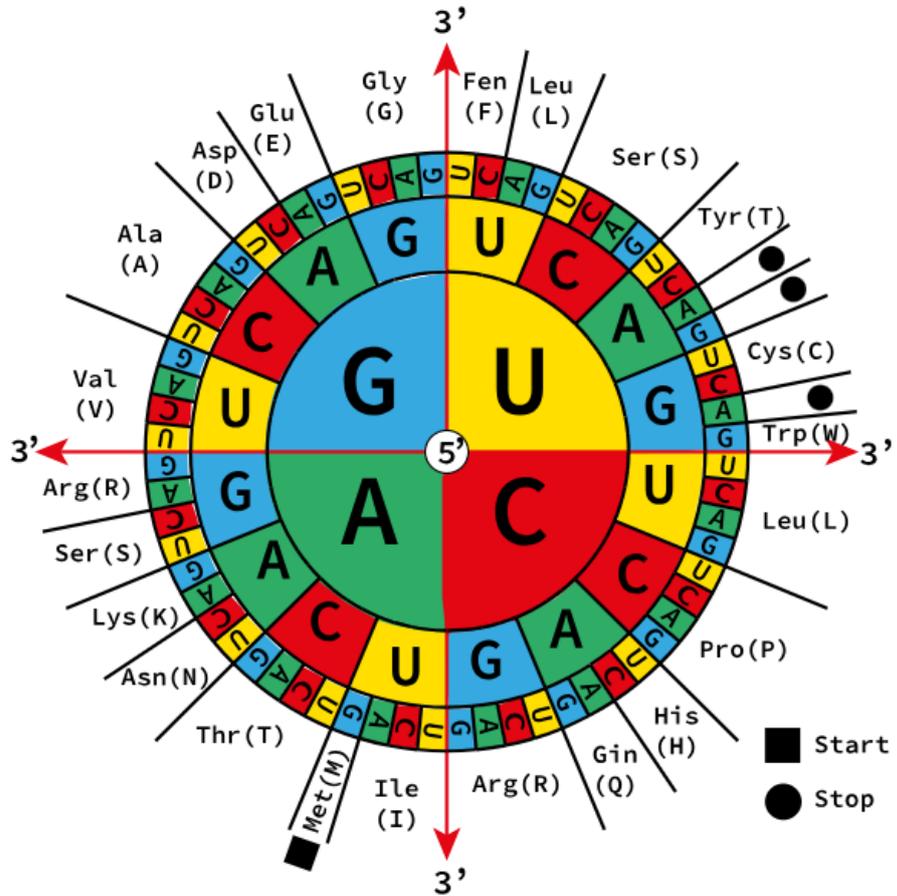


Fonte: Imagem produzida pelo autor

4ª AULA

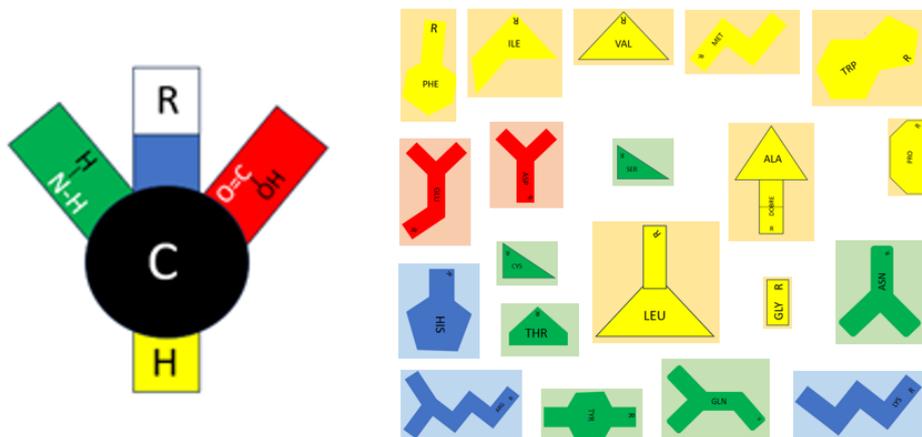
Cada grupo deverá traduzir seu RNAm utilizando uma tabela de códon e os aminoácidos de papel, a sequência de resíduos de aminoácidos deverá ser colada respeitando a ligação peptídica. No final desta aula os alunos apresentarão seus modelos, retomando a questão inicial sobre a relação entre gene e proteínas.

Imagem 12: tabela de códons



Fonte: DNA E SÍNTESE DE PROTEÍNAS. realizeeducacao.com.br, 2023. Disponível em: <https://realizeeducacao.com.br/wiki/dna-e-sintese-de-proteinas/>, acesso em: 12/03/2023.

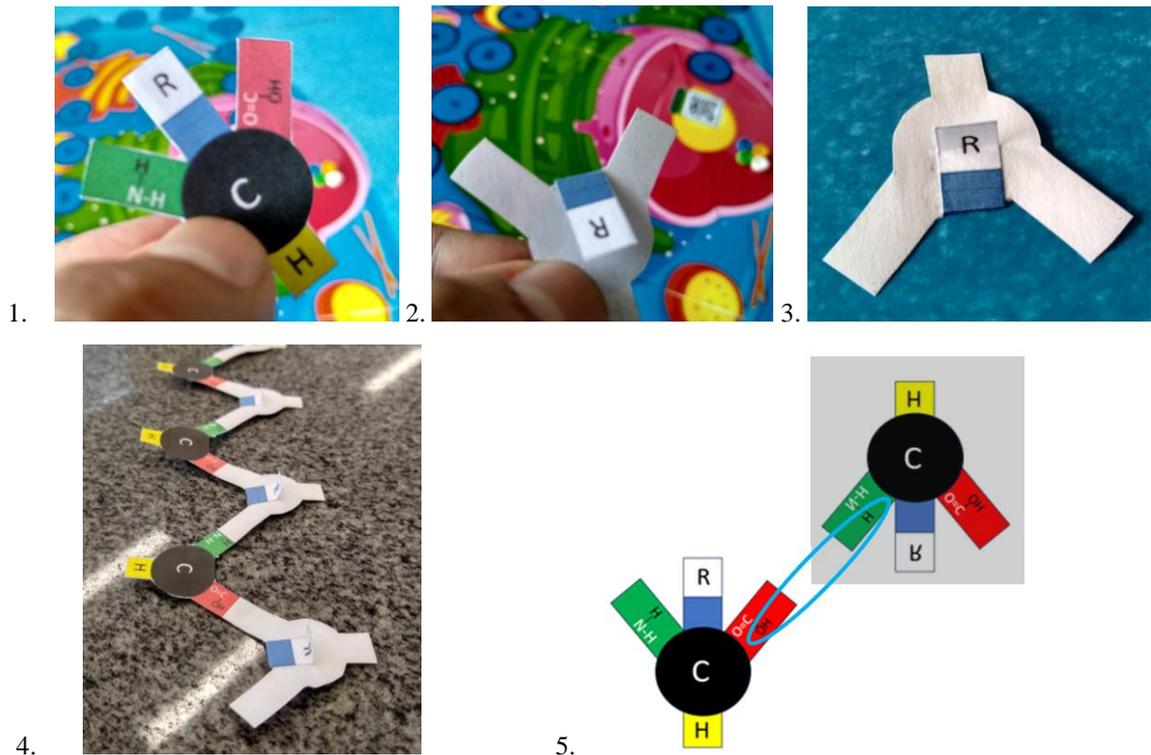
Imagem 13: Aminoácidos



Fonte: Imagem produzida pelo autor

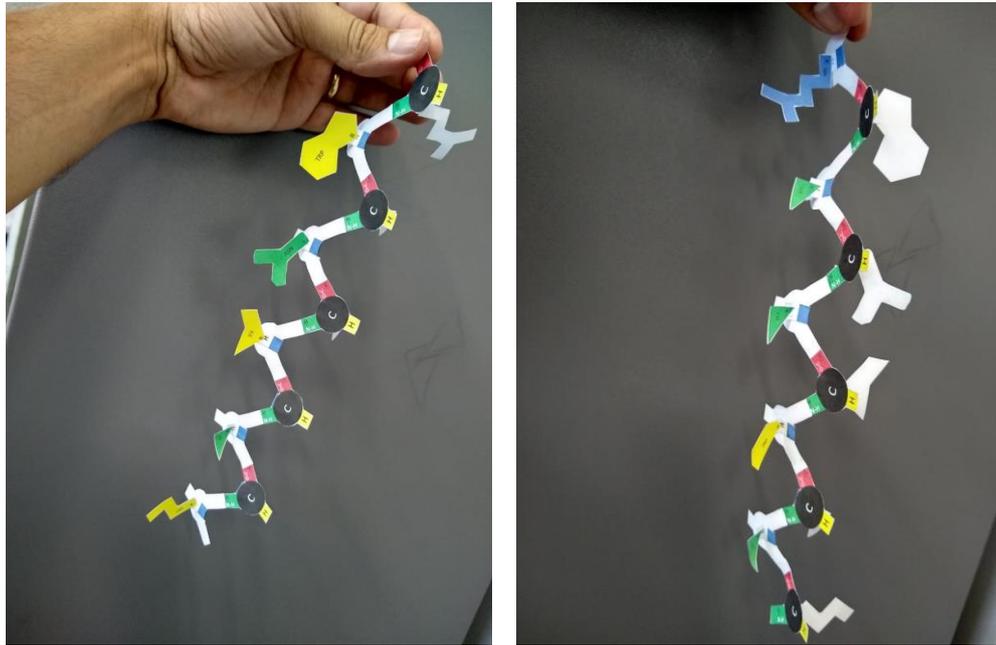
Entregar uma tabela de códons para cada equipe, juntamente com 10 aminoácidos sem cadeias laterais. Peça para os alunos relacionarem o papel do tRNA com a atividade que eles farão, explique que eles deverão recortar e colar conforme a imagem a seguir. Aproveite para explicar o tipo de ligação encontrada nos resíduos de aminoácidos nas proteínas, a ligação peptídica.

Imagem 14: Dobras/ ligação peptídica



Fonte: Acervo do autor

As cadeias laterais dos aminoácidos possuem diferentes cores de acordo com suas características: Polar, apolar, ácida e básica, além disso os aminoácidos essenciais possuem um asterisco (*) junto com seu nome. Os grupos deverão recortar e colar os radicais (R) em suas cadeias polipeptídicas, finalizando seus modelos. Para avaliar essa aula, indicamos o quadro a seguir (QUADRO 3).

Imagem 15: modelos de proteína

Fonte: Acervo do autor

Quadro 3: Rubrica avaliativa aula 3 e 4

	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Número de Adeninas na cauda poliA	2-3	4-5	6-7
Colaboração individual e coletiva	Inadequada	Adequada	Excelente
Apresentação do modelo de proteína	Inadequada	Adequada	Excelente
Sequência correta de aminoácidos	Dois erros	Um erro	Todos corretos
Respostas corretas QUIZ	1 ponto por acerto.		

Fonte: Quadro elaborado pelo autor

5ª AULA

Sistematização: Pesquisa e confecção de mapas conceituais – Síntese de Proteínas. Cada grupo deverá pesquisar como as interações das caudas laterais interferem na estrutura tridimensional das proteínas, sintetizando o conteúdo abordado na Sequência Didática em um mapa conceitual feito em folha sulfite ou cartolina, conforme a disponibilidade. Segundo Moreira (2011), um mapa conceitual é uma representação gráfica do conhecimento que permite organizar e relacionar conceitos de maneira hierárquica, facilitando a visualização das conexões entre eles. Esses mapas deverão ser apresentados para toda a turma. Nesta aula será oportuno ao professor observar se os alunos conseguiram compreender o papel do DNA, mRNA, *Splicing*, Ribossomo, tRNA, Proteínas.

DISCUSSÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

Devido a heterogeneidade das turmas, uma abordagem diversificada é fundamental, possibilitando momentos de interação e aprendizado para alunos com diferentes necessidades e níveis de proficiência. Dessa forma, a proposta apresentada inclui várias interações diferentes, visando a inclusão de todos os estudantes. Na primeira aula, o desafio da carta criptografada tem como objetivo acolher os alunos através de um desafio, estimulando a participação nas demais aulas da sequência. Para resolvê-lo, é necessário estar atento e focado no texto, tirando o educando da posição de ouvinte passivo. Após a sensibilização inicial, há a exibição de diversos vídeos em linguagens diferentes, utilizando uma plataforma muito conhecida por eles, o YouTube. Durante as aulas é comum que os próprios alunos sugiram canais e vídeos sobre determinados assuntos, tamanha é sua afinidade por essa forma de aprendizado. Além dos vídeos, também é sugerida a leitura de textos, diversificando ainda mais as estratégias de ensino.

O jogo de tabuleiro por si só já possibilita muitos ganhos educacionais, propiciando ao professor muitas oportunidades de intervenções, ora questionando os alunos, ora sanando dúvidas.

Logo no início do jogo, ao cair na casa “A” o professor poderá questionar aos alunos sobre o destino do RNAm após a tradução, sendo que, geralmente a maioria dos alunos não se preocupa com o destino desta molécula após a síntese proteica, entretanto a não degradação do RNAm resultaria em muitas outras traduções criando um excesso de proteínas. Imagine o que poderia acontecer caso a produção de insulina fosse contínua e constante durante todo o dia? Então, temos a calda poli-A como um modulador de tempo de vida para o RNAm.

As questões elencadas nas cartas “quiz” que deverão ser respondidas nas casas “?” foram pensadas a partir dos conteúdos sugeridos nos materiais de apoio da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, juntamente com as principais dúvidas observadas por mim, durante minha prática docente, abordando os seguintes tópicos:

1- Ácidos Nucleicos e proteínas como macromoléculas;

“Os ácidos nucleicos são macromoléculas formadas por”, “As proteínas são macromoléculas formadas por”.

2 – Bases Nitrogenadas presentes no DNA e RNA;

“Uma base nitrogenada presente no RNA e ausente no DNA é”, “Uma base nitrogenada presente no DNA e ausente no RNA é”.

3 – Ligações peptídicas, fosfodiésteres e de hidrogênio;

“Os nucleotídeos de diferentes fitas de DNA são unidos por”, “Em uma proteína os aminoácidos se unem por”, “Os nucleotídeos de uma mesma fita de DNA são unidos por”.

4 – Função da polimerase;

“Qual a enzima responsável pela “construção” de uma fita de RNA durante a transcrição?”.

5 – Splicing, Íntrons e Éxos;

“O número de proteínas em um organismo é muito maior do que a quantidade de genes que as codificam devido ao”, “Os trechos que serão traduzidos dos transcritos primários são chamados de”.

6 – Função do ribossomo;

“Nas células eucarióticas a tradução ocorre no citoplasma em uma organela chamada de”.

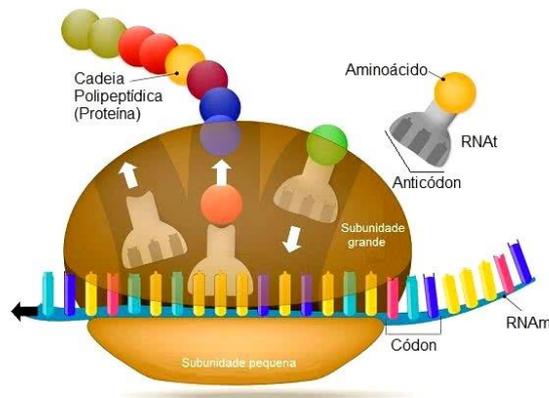
7 – Enovelamento das proteínas.

“A função de uma proteína está relacionada à sua estrutura final, seu formato, resultado da”.

O modelo para confecção das proteínas também cria uma gama de oportunidades ao professor. Os aminoácidos essenciais são marcados com um asterisco. Os polares, apolares,

ácidos e básicos, possuem cores diferentes, além das formas que remetem ao tamanho e complexidade das cadeias laterais, e não simplesmente como círculos ou formas geométricas aleatórias, comuns nos livros didáticos, como na imagem abaixo.

Imagem 16: Cadeia Polipeptídica Convencional



Fonte: SÍNTESE PROTEICA. todamateria.com.br, 2023. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sintese-proteica/> acesso em 01/02/2024.

Muitas vezes, durante as aulas, percebemos um grande interesse sobre as questões nutricionais, num geral os alunos sempre associam uma boa alimentação a uma vida mais saudável, a um corpo mais forte e belo. O modelo proteico permite algumas observações práticas como:

1 – Todas as proteínas são iguais? 2 – Qual a fonte de aminoácidos para a construção de nossas proteínas? 3 – O que poderia ocorrer com a síntese de proteínas caso a oferta de aminoácidos no organismo seja insuficiente? 4 – Qual a importância da ingestão diária de aminoácidos essenciais?

Em suma os alunos poderão associar os genes ao **genótipo** e as proteínas ao **fenótipo**, pois podem sofrer influências ambientais, como a oferta de aminoácidos para sua construção. Os hábitos de vida não podem alterar o genótipo de um indivíduo, porém ficam evidente nas manifestações das características fenotípicas.

A sistematização da sequência com a pesquisa, juntamente com a confecção e apresentação dos mapas mentais permite a troca de experiências de aprendizado entre os alunos, apoiando o professor em suas tomadas de decisões quanto ao aprofundamento ou retomada dos conteúdos.

Entretanto, com a mudança de governo em 2023, a educação do estado de São Paulo tem sofrido várias mudanças em sua estrutura instrumental. Hoje as aulas da BNCC já vêm com slides em *Power Point* prontas, onde após o professor registrar o conteúdo no diário de classe, são atribuídas atividades referente às aulas automaticamente dentro do aplicativo CMSP além disso, por lá, os alunos são avaliados bimestralmente, com uma avaliação externa denominada Avaliação Paulista, e ainda há uma incrementação de plataformas de ensino de uso obrigatório, fora o controle de assiduidade dos alunos feito diariamente por meio da plataforma “aluno presente”. Todas essas mudanças tem criado uma ambiente de trabalho multitarefas para os docentes que a cada dia ficam encarregados de mais funções como, a aplicação das plataformas de ensino, realização de busca ativa para os alunos com baixa assiduidade, cumprimento do cronograma das aulas a tempo das avaliações externas, ou seja, nosso trabalho se tornou demasiadamente engessado, com pouca flexibilidade nas aulas, dificultando a implementação de estratégias didáticas específicas de acordo às demandas educacionais.

Imagem 17: Novas plataformas do CMSP



Fonte: print da tela

Diante disto, a inserção de uma sequência didática que necessite de cinco aulas talvez seja um desafio, sendo necessário uma adaptação por parte do professor, buscando a partir de suas percepções um aproveitamento da proposta mais direcionado às necessidades de sua turma, por outro lado, o bom aproveitamento do jogo possibilitaria ao docente um ganho de tempo pois abordaria vários temas integrados em uma única estratégia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante a construção da Sequência didática, bem como do jogo “Do DNA à Proteína” foi possível observar muitas oportunidades de aprendizado de forma a estabelecer várias conexões entre assuntos que geralmente são abordados de forma fragmentada. O aprendizado se torna mais leve, descontraído e ao mesmo tempo, desafiador por conta da competição. A variedade de estratégias de ensino favorece a inclusão respeitando os diferentes níveis de proficiência e a

heterogeneidade dos nossos alunos favorecendo a cooperação, a corresponsabilidade e o espírito de equipe. Os recursos necessários para a realização do jogo são de fácil acesso, sendo necessário apenas a impressão, preferencialmente em cores, das fitas de RNAm, tabuleiro, cartas *QUIZ* e aminoácidos. A confecção do modelo proteico é simples em comparação com outros modelos de plástico por exemplo, favorecendo a otimização do tempo, que tem se tornado tão escasso para nós professores. Portanto, considero que o jogo, bem como a sequência didática favorecerá o trabalho de muitos professores de biologia.

PERSPECTIVAS FUTURAS

Há ainda algumas possibilidades de desdobramentos futuros, como por exemplo a exploração do modelo proteico na formação das estruturas secundárias, terciárias e quaternárias, além disso poderíamos incluir no tabuleiro outros códigos QR que levassem à exploração de outras organelas citoplasmáticas. O tabuleiro também poderia ser adaptado em um ambiente totalmente digital, facilitando a abordagem em ensino remoto.

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Mestrando: TIAGO DA SILVA

Título do TCM: JOGO “DO DNA À PROTEÍNA” - UMA PROPOSTA DE ENSINO HÍBRIDO GAMIFICADO COM A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO CMSP – CENTRO DE MÍDIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO.

Data da defesa: 27 DE AGOSTO DE 2024

O sonho de realizar um mestrado nasceu ainda na graduação e apesar de pensar com alguma frequência sobre isso, nunca havia tentado de fato, até que no final do ano de 2021, um colega professor comentou sobre essa oportunidade e me enviou o link para que eu fizesse a inscrição para o processo seletivo. Confesso que não criei muitas expectativas, mas por uma graça divina fui classificado em primeiro lugar! Sendo provedor de minha casa muitos entraves começaram a surgir, como será que vai ser? De que forma vou para lá? Vou precisar diminuir minha jornada de trabalho, será que meu salário vai dar? Porém, com o apoio de minha família tudo começou a se encaixar! Fui contemplado com a Bolsa de Estudos, que me ajudou muito, consegui dividir carona com alguns colegas de curso, enfim, todas as coisas cooperaram para a realização desse sonho!

O Curso é muito bem-organizado tanto em sua estrutura quanto no seu material. Os professores foram maravilhosos, verdadeiras inspirações. Os assuntos abordados em cada tema, nos deram um grande subsídio para nossa prática docente. As Aplicações das AASAS então, foram desafiadoras, mas ao mesmo tempo, gratificantes, pois vimos nos rostos dos nossos estudantes o brilho causado pelo ensino por investigação!

Como aluno de escola pública que sempre fui, fico muito feliz por ter me tornado um professor muito melhor, contribuindo para uma educação mais justa e igualitária, graças ao PROFBIO.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BISSOLOTTI, K.; GARCIA NOGUEIRA, H.; THERESINHA CYBIS PEREIRA, A. Potencialidades das mídias sociais e da gamificação na educação a distância. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 2014. DOI: 10.22456/1679-1916.53511. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/53511>. Acesso em: 06 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações para o desenvolvimento da matriz de competências e habilidades do ENEM*. Brasília, 2021. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- COSTA, Renata. Lições do coronavírus: ensino remoto emergencial não é EAD. *Desafios da Educação*, 02 abr. 2020. Disponível em: <https://desafiosdaeducacao.grupoa.com.br/coronavirus-ensino-remoto>. Acesso em: 12 set. 2022.
- CURRÍCULO PAULISTA: etapa ensino médio / organização, Secretaria da Educação, Coordenadoria Pedagógica; União dos Dirigentes Municipais de Educação do Estado de São Paulo - UNDIME. São Paulo: SEDUC, 2020.
- DNA e síntese de proteínas. *realizeeducacao.com.br*, 2023. Disponível em: <https://realizeeducacao.com.br/wiki/dna-e-sintese-de-proteinas/>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- GRANDO, Anita; TAROUCO, Liane. O uso de Jogos Educacionais do Tipo RPG na Educação. 2008.
- LENCASTRE, José Alberto. *Gamificação: um caminho para a inovação educativa*. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, 2014. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/55491>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- LODISH, H. et al. *Molecular Cell Biology*. 4. ed. W. H. Freeman, 2000.
- MEC. Novo Ensino Médio. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio>. Acesso em: 12 set. 2022.

MENDONÇA, Gustavo Blanco de; FÁVERO, Raquel Fernanda. Centro de Mídias SP: uma ferramenta para educar os estudantes da rede pública para o século XXI. 2020.

MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. *Team-Based Learning: A transformative use of small groups in college teaching*. Sterling: Stylus Publishing, 2002.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências Didáticas Investigativas e Argumentação no Ensino de Ecologia. 2015.

NASCIMENTO, Alan Gomes do. Análise do conteúdo de genética presente no ENEM nos anos de 1998 a 2019. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/214>.

NEVES, Bianca. Centro de mídias SP: como funciona o aplicativo e como acessar. 09 dez. 2020. Disponível em: <https://viacarreira.com/centro-de-midias-sp/>. Acesso em: 12 set. 2022.

NELSON, David L.; COX, Michael M. *Princípios de bioquímica de Lehninger* [recurso eletrônico] / David L. Nelson, Michael M. Cox; tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga ... et al.; revisão técnica: Carlos Termignoni ... [et al.]. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

O QUE É O CENTRO DE MÍDIAS DA EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO? centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br, 2023. Disponível em: <https://centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br/o-que-e-o-centro-de-midias/>. Acesso em: 10 mai. 2023.

QR CODE GENERATOR. Disponível em: <https://br.qr-code-generator.com/>. Acesso em: 04 out. 2023.

REDE ESCOLA PÚBLICA E UNIVERSIDADE. Novo Ensino Médio e indução de desigualdades escolares na rede estadual de São Paulo [Nota Técnica]. São Paulo: REPU, 02 jun. 2022. Disponível em: <[www.repu.com.br/notas-técnicas](http://www.repu.com.br/notas-tecnicas)>.

RUMJANEK, Franklin. Quantos genes tem o ser humano e por que esse número é menor que o de proteínas? cienciahoje.org.br, 2006. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/quantos-genes-tem-o-ser-humano-e-por-que-esse-numero-e-menor-que-o-de-proteinas/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

SÍNTESE PROTEICA. *todamateria.com.br*, 2023. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sintese-proteica/>. Acesso em: 01 fev. 2024.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Centro de Mídias SP*. Disponível em: <https://repositorio.educacao.sp.gov.br/Inicio/MidiasCMSP>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Currículo Paulista Etapa Ensino Médio. 2020.

SECRETARIA ESCOLAR DIGITAL. *sed.educacao.sp.gov.br*, 2023. Disponível em: <https://sed.educacao.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 dez. 2023.

TOLOMEI, Bianca Vargas. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. 2017.

PRENSKY, M. The motivation of gameplay: the real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, 2002.

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.

BISSOLOTTI, K.; GARCIA NOGUEIRA, H.; THERESINHA CYBIS PEREIRA, A. Potencialidades das mídias sociais e da gamificação na educação a distância. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 2014. DOI: 10.22456/1679-1916.53511. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/53511>. Acesso em: 06 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações para o desenvolvimento da matriz de competências e habilidades do ENEM*. Brasília, 2021. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2024.

COSTA, Renata. Lições do coronavírus: ensino remoto emergencial não é EAD. *Desafios da Educação*, 02 abr. 2020. Disponível em:

<https://desafiosdaeducacao.grupoa.com.br/coronavirus-ensino-remoto>. Acesso em: 12 set. 2022.

CURRÍCULO PAULISTA: etapa ensino médio / organização, Secretaria da Educação, Coordenadoria Pedagógica; União dos Dirigentes Municipais de Educação do Estado de São Paulo - UNDIME. São Paulo: SEDUC, 2020.

DNA e síntese de proteínas. *realizeeducacao.com.br*, 2023. Disponível em: <https://realizeeducacao.com.br/wiki/dna-e-sintese-de-proteinas/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

GRANDO, Anita; TAROUCO, Liane. O uso de Jogos Educacionais do Tipo RPG na Educação. 2008.

LENCASTRE, José Alberto. *Gamificação: um caminho para a inovação educativa*. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, 2014. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/55491>. Acesso em: 28 ago. 2024.

LODISH, H. et al. *Molecular Cell Biology*. 4. ed. W. H. Freeman, 2000.

MEC. Novo Ensino Médio. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio>. Acesso em: 12 set. 2022.

MENDONÇA, Gustavo Blanco de; FÁVERO, Raquel Fernanda. Centro de Mídias SP: uma ferramenta para educar os estudantes da rede pública para o século XXI. 2020.

MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. *Team-Based Learning: A transformative use of small groups in college teaching*. Sterling: Stylus Publishing, 2002.

MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências Didáticas Investigativas e Argumentação no Ensino de Ecologia. 2015.

NASCIMENTO, Alan Gomes do. Análise do conteúdo de genética presente no ENEM nos anos de 1998 a 2019. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/214>.

NEVES, Bianca. Centro de mídias SP: como funciona o aplicativo e como acessar. 09 dez. 2020. Disponível em: <https://viacarreira.com/centro-de-midias-sp/>. Acesso em: 12 set. 2022.

NELSON, David L.; COX, Michael M. *Princípios de bioquímica de Lehninger* [recurso eletrônico] / David L. Nelson, Michael M. Cox; tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga ... et al.; revisão técnica: Carlos Termignoni ... [et al.]. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

O QUE É O CENTRO DE MÍDIAS DA EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO? *centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br*, 2023. Disponível em: <https://centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br/o-que-e-o-centro-de-midias/>. Acesso em: 10 mai. 2023.

QR CODE GENERATOR. Disponível em: <https://br.qr-code-generator.com/>. Acesso em: 04 out. 2023.

REDE ESCOLA PÚBLICA E UNIVERSIDADE. Novo Ensino Médio e indução de desigualdades escolares na rede estadual de São Paulo [Nota Técnica]. São Paulo: REPU, 02 jun. 2022. Disponível em: <[www.repu.com.br/notas-técnicas](http://www.repu.com.br/notas-tecnicas)>.

RUMJANEK, Franklin. Quantos genes tem o ser humano e por que esse número é menor que o de proteínas? *cienciahoje.org.br*, 2006. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/quantos-genes-tem-o-ser-humano-e-por-que-esse-numero-e-menor-que-o-de-proteinas/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

SÍNTESE PROTEICA. *todamateria.com.br*, 2023. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sintese-proteica/>. Acesso em: 01 fev. 2024.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Centro de Mídias SP*. Disponível em: <https://repositorio.educacao.sp.gov.br/Inicio/MidiasCMSP>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Currículo Paulista Etapa Ensino Médio. 2020.

SECRETARIA ESCOLAR DIGITAL. *sed.educacao.sp.gov.br*, 2023. Disponível em: <https://sed.educacao.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 dez. 2023.

TOLOMEI, Bianca Vargas. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. 2017.

PRENSKY, M. The motivation of gameplay: the real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, 2002.

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.

APÊNDICE A

QUESTÕES QUIZ

1 – Os ácidos nucleicos são macromoléculas formadas por:

- A – Aminoácidos.
- B – Carboidratos.
- C – *Nucleotídeos.*
- D – Fosfolipídeos.

2 – Uma base nitrogenada presente no DNA e ausente no RNA é:

- A – Adenina.
- B – *Timina.*
- C – Citosina.
- D – Uracila.

3 – Os nucleotídeos de uma mesma fita de DNA são unidos por:

- A – Ligações de hidrogênio.
- B – Ligações peptídicas.
- C – *Ligações fosfodiésteres.*
- D – Ligações iônicas.

4 – Os nucleotídeos de diferentes fitas de DNA são unidos por:

- A – *Ligações de hidrogênio.*
- B – Ligações peptídicas.
- C – Ligações fosfodiésteres.
- D – Ligações iônicas.

5 – Uma base nitrogenada presente no RNA e ausente no DNA é:

- A – Adenina.
- B – *Timina.*
- C – Citosina.
- D – *Uracila.*

6 – Qual a enzima responsável pela “construção” de uma fita de RNA durante a transcrição?

- A – Helicase.
- B – Primase.
- C – Polimerase.
- D – Transcriptase.

7 – Os trechos que serão traduzidos dos transcritos primários são chamados de:

- A – Cauda poli A.
- B – Íntrons.
- C – Cap.
- D – Éxons.

8 – As proteínas são macromoléculas formadas por:

- A – Aminoácidos.
- B – Carboidratos.
- C – Nucleotídeos.
- D – Fosfolipídeos.

9 – Em uma proteína os aminoácidos se unem por:

- A – Ligações de hidrogênio.
- B – Ligações peptídicas.
- C – Ligações fosfodiésteres.
- D – Ligações iônicas.

10 – O número de proteínas em um organismo é muito maior do que a quantidade de genes que as codificam devido ao:

- A – Tamanho do genoma.
- B – Comprimento do telômero.
- C – *Splicing alternativo*.
- D – Posicionamento dos ribossomos.

11 – A função de uma proteína está relacionada à sua estrutura final, seu formato, resultado da:

A – *Sequência de Aminoácidos*

B – Ligação peptídica.

C – Quebra do ATP.

D – Desnaturação.

12 – Nas células eucarióticas a tradução ocorre no citoplasma em uma organela chamada de:

A – Lisossomo.

B – Mitocôndria.

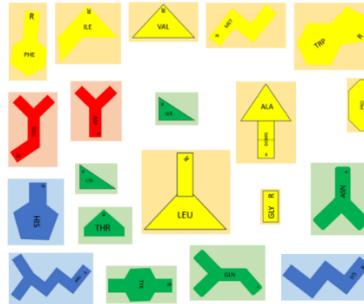
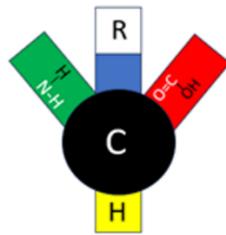
C – *Ribossomo*.

D – Peroxissomo.

APÊNDICE B

JOGO DE TABULEIRO MEDIADO POR TECNOLOGIA: “DO DNA À PROTEÍNA”

Jogo de tabuleiro mediado por tecnologia: “Do DNA à Proteína”



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia



“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.

Tiago da Silva

2024

Caro professor,

O jogo “Do DNA à Proteína” foi desenvolvido como subproduto de uma sequência didática criada para o **programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO**. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1O4N6W8FCTyAsSMo6HLvIP-dcZsQXGajl?usp=sharing>

Sobre a proposta do jogo

O objetivo é que os alunos **vivenciem as etapas de transcrição e tradução** em dois ambientes:

- **Ambiente virtual:** representa o núcleo da célula eucariótica
- **Ambiente físico:** representa o citoplasma da célula eucariótica

No final da atividade, os alunos criarão um **modelo proteico** com:

- Destaque para as **ligações peptídicas**
- Enfoque nas **cadeias laterais dos resíduos de aminoácidos**

 **Público-alvo: 2º ano do Ensino Médio**

Habilidades desenvolvidas

As atividades do jogo visam desenvolver as seguintes habilidades, conforme a BNCC:

- **Habilidade EM13CNT301**
Compreender os processos celulares de síntese de proteínas, abordando transcrição e tradução, e relacionando-os à estrutura e função das células eucarióticas.
- **Habilidade EM13CNT305**
Analisar e representar a importância das biomoléculas, especialmente proteínas, destacando seu papel essencial na vida e nos sistemas biológicos.
- **Habilidade EM13CNT202**
Compreender e comunicar ideias científicas por meio de práticas de experimentação, modelagem e simulação – como acontece no jogo em que os alunos experimentam a síntese proteica.
- **Habilidade EM13CNT104**
Desenvolver a capacidade de trabalho em equipe, interpretação e comunicação de resultados, incentivando a colaboração entre os ambientes virtual e físico do jogo.

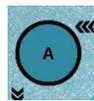
Jogo do DNA à proteína

- **Materiais e recursos:**

1. Celular com internet e leitor de QRcode
2. Dado de 6 lados;
3. Botões ou tampinhas de garrafa (peão do tabuleiro);
4. Fita de papel e caneta para representar o RNAm;
5. Tabuleiro com 40 casas (início = poro da carioteca/ fim = ribossomo);
6. 12 cartas – QUIZ;

- **Regras:**

1. Dividir a turma em grupos (de três a cinco alunos)
 - 1.1 Entregar para cada grupo uma fita de RNAm em branco, uma tabela de códons e os aminoácidos de papel. Distribuir as seguintes funções para os membros dos grupos:
 - 1.1.1 **Polimerase** – Responsável pela transcrição (1);
 - 1.1.2 **Retículo Endoplasmático** – Responsável(eis) pelo trajeto do RNAm no tabuleiro (1-2), são eles quem respondem as questões encontradas pelo caminho após consultar seu grupo;
 - 1.1.3 **Ribossomos e RNAt** – Responsáveis pela montagem do modelo proteico (2-3).
2. O aluno “Polimerase” deve escanear o QRcode do núcleo do tabuleiro e junto com seu grupo passar pelas etapas do *Google forms* que abrirá. No final dessa etapa, deverá transcrever o RNAm maduro na fita 
3. Um aluno “Retículo Endoplasmático” de cada grupo deverá jogar o Dado e o grupo com a maior pontuação irá iniciar a corrida no tabuleiro. Em caso de empate, os empatados deverão jogar o dado mais uma vez e o que obtiver o maior número será o primeiro a jogar. O segundo jogador será aquele que estiver do lado direito do primeiro e assim por diante.



4. Se o Peão cair na casa “A”  os alunos deverão riscar uma casa da cauda Poli A em seu RNAm. Caso todos sejam riscados, eles poderão recuperar um A, respondendo corretamente uma questão da carta “QUIZ”, se errarem, deverão iniciar a corrida novamente.
 - 4.1 Explicar aos alunos que além do *Splicing*, durante a maturação do RNA, ocorre a adição do CAP e da cauda poli A.

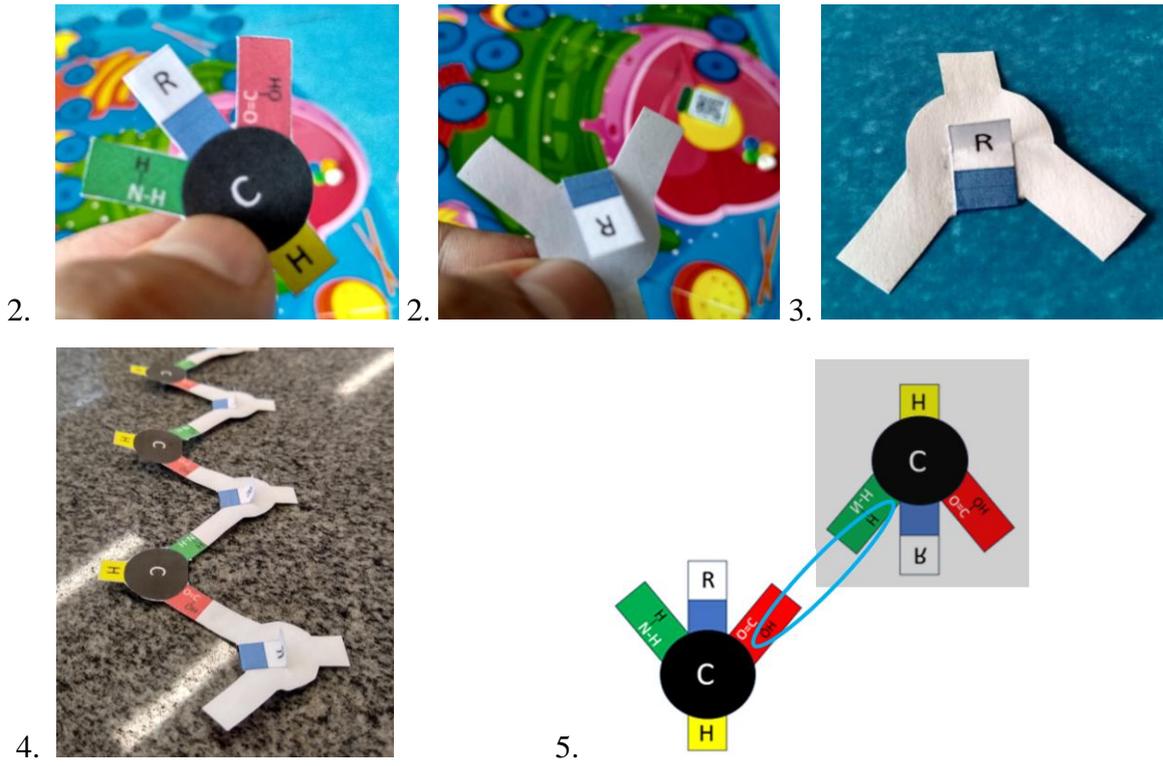
- O **CAP** (*capping*) refere-se à adição de uma estrutura química especial, conhecida como capuz, na extremidade 5' do RNAm. Esse capuz é composto por uma molécula de guanosina metilada e está ligado ao primeiro nucleotídeo do RNAm por uma ligação 5'-5' trifosfato.
- **Importância:** O *capping* desempenha vários papéis, incluindo proteção contra a degradação enzimática, facilitação da exportação do RNAm do núcleo para o citoplasma e sinalização para a máquina de tradução ribossomal iniciar a síntese proteica.
- A **cauda poli A** refere-se à adição de uma sequência de adenina na extremidade 3' do RNAm. Essa cauda é composta por várias adeninas em sequência.
- **Importância:** A cauda poli A está envolvida na estabilidade do RNAm, protegendo-o contra a **degradação**. Além disso, desempenha um papel crucial na exportação do RNAm para o citoplasma e na regulação da eficiência da tradução. LODISH, H., BERK, A., ZIPURSKY, S. L., MATSUDAIRA, P., BALTIMORE, D., & D, J. (2000). Molecular Cell Biology. 4th edition. W. H. Freeman.



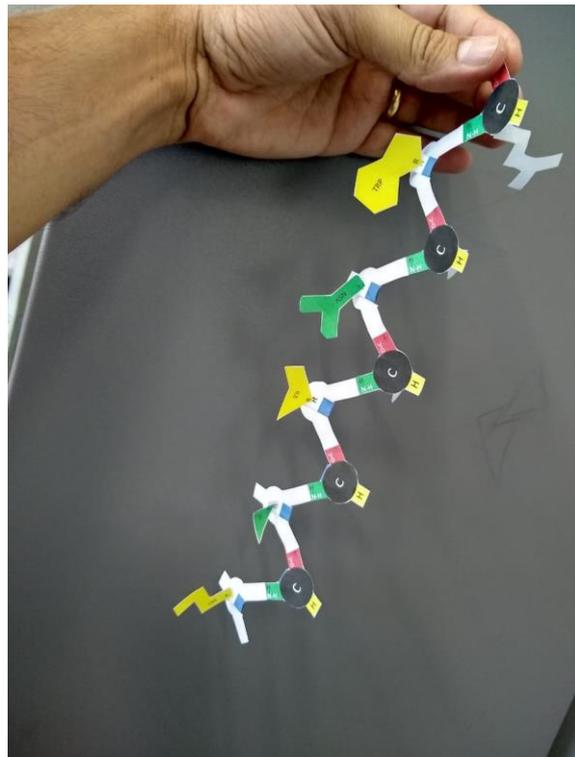
5. Se o Peão cair na casa “?” os alunos deverão responder a uma questão da carta “QUIZ”, se acertarem poderão jogar novamente, caso errem ficarão uma rodada sem jogar.
6. O grupo que chegar primeiro no final do tabuleiro inicia a **tradução**.
7. Os alunos **Ribossomos**, irão colar os aminoácidos entregues pelos alunos **RNAt**, enquanto os demais integrantes do grupo irão ler a tabela de códons e indicar a sequência de aminoácidos. (*Aminoácidos essenciais)
8. O grupo que obtiver a maior pontuação será o vencedor.

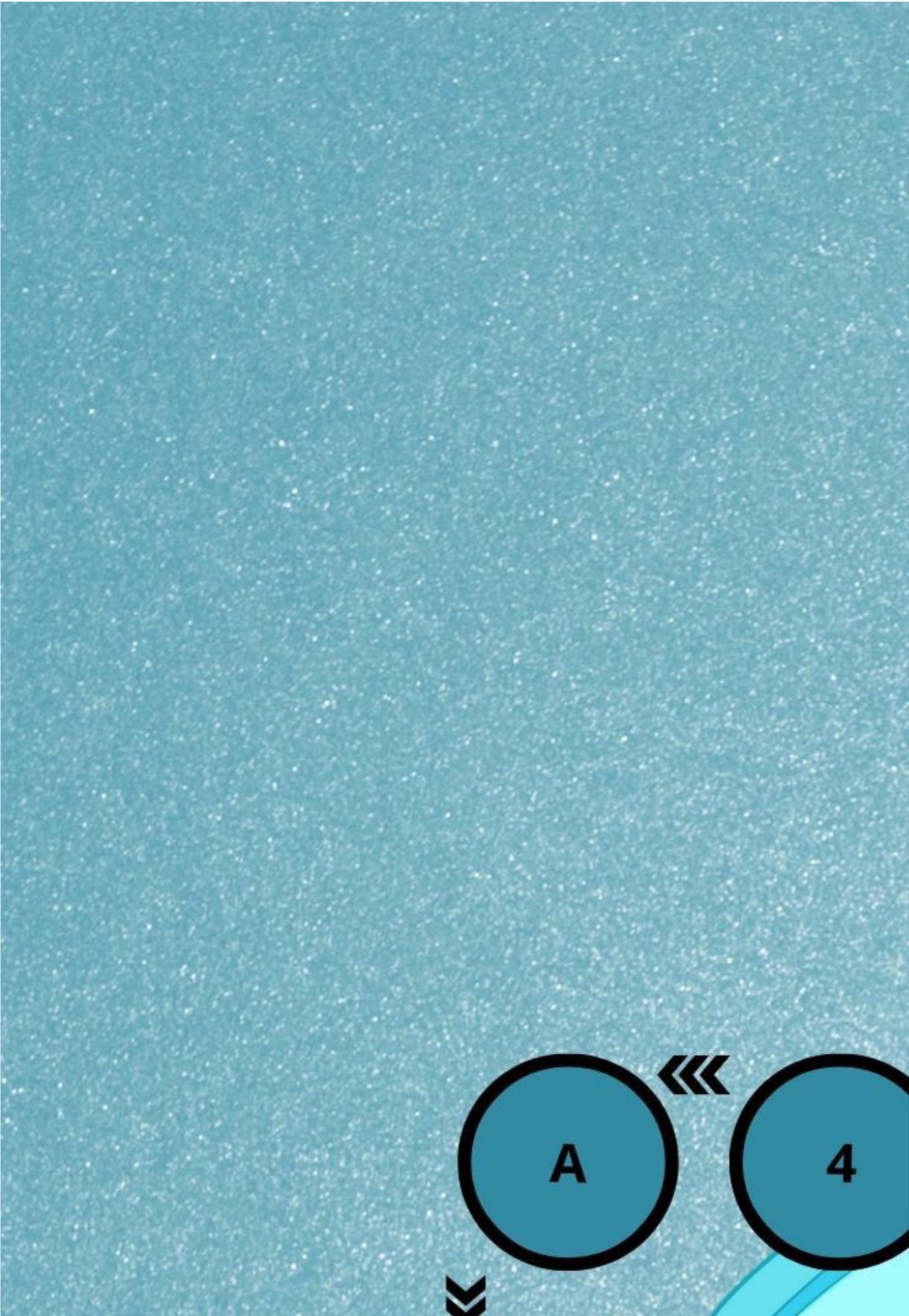
	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Número de Adeninas na cauda poliA	2-3	4-5	6-7
Colaboração individual e coletiva	Inadequada	Adequada	Excelente
Apresentação do modelo de proteína	Inadequada	Adequada	Excelente
Sequência correta de aminoácidos	Dois erros	Um erro	Todos corretos
Respostas corretas QUIZ	1 ponto por acerto.		

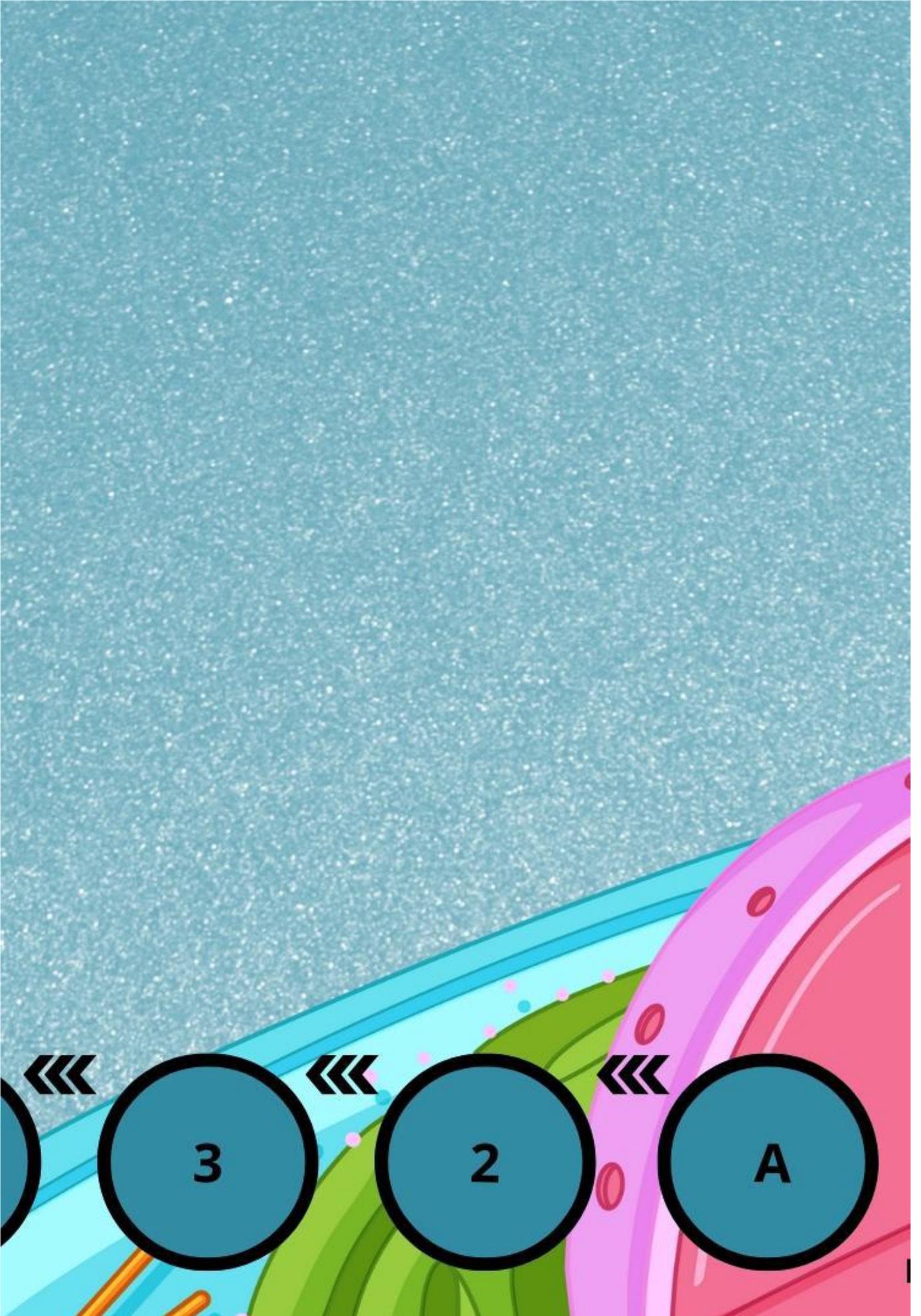
Dobras/ ligação peptídica



Modelo de proteína

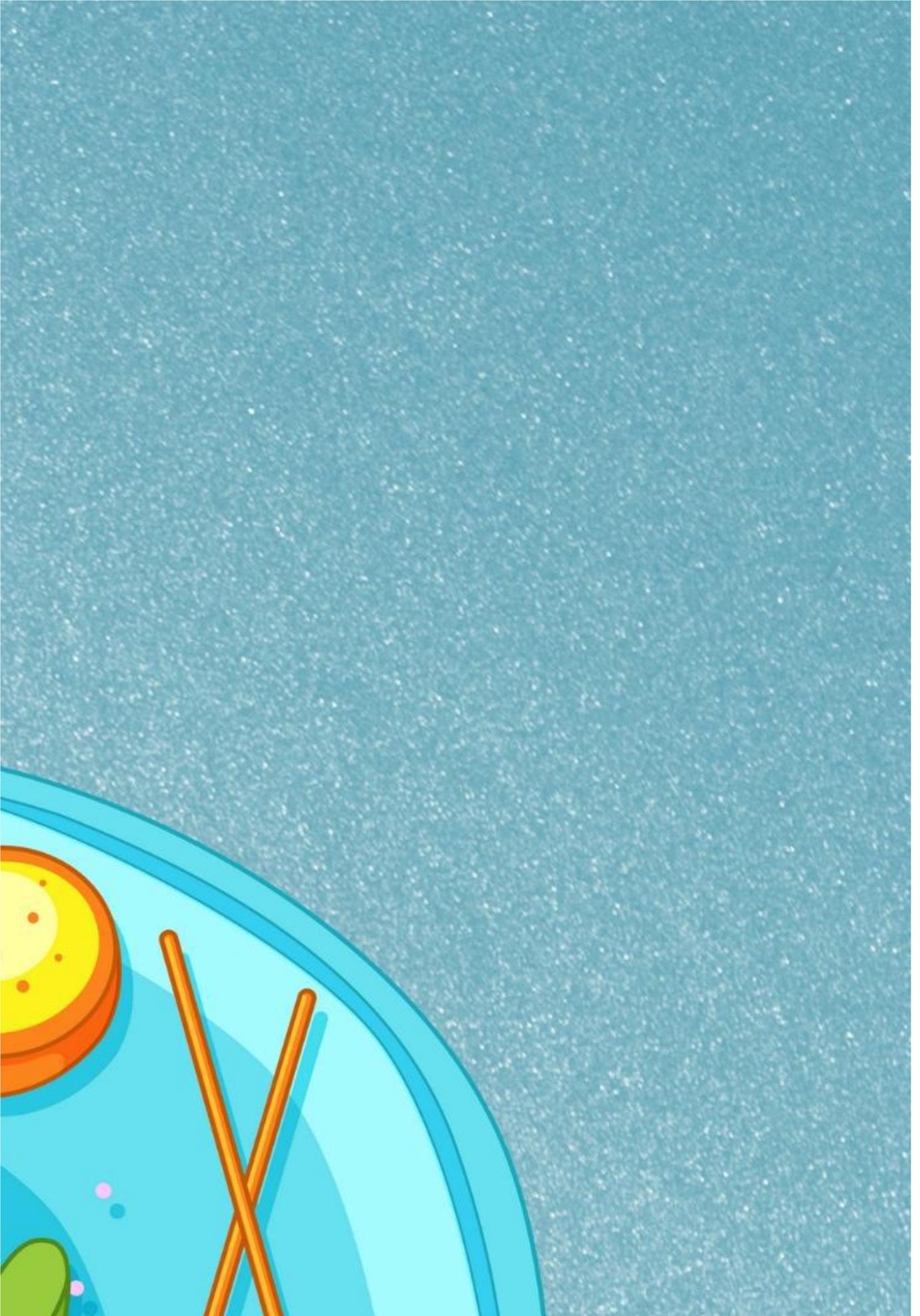


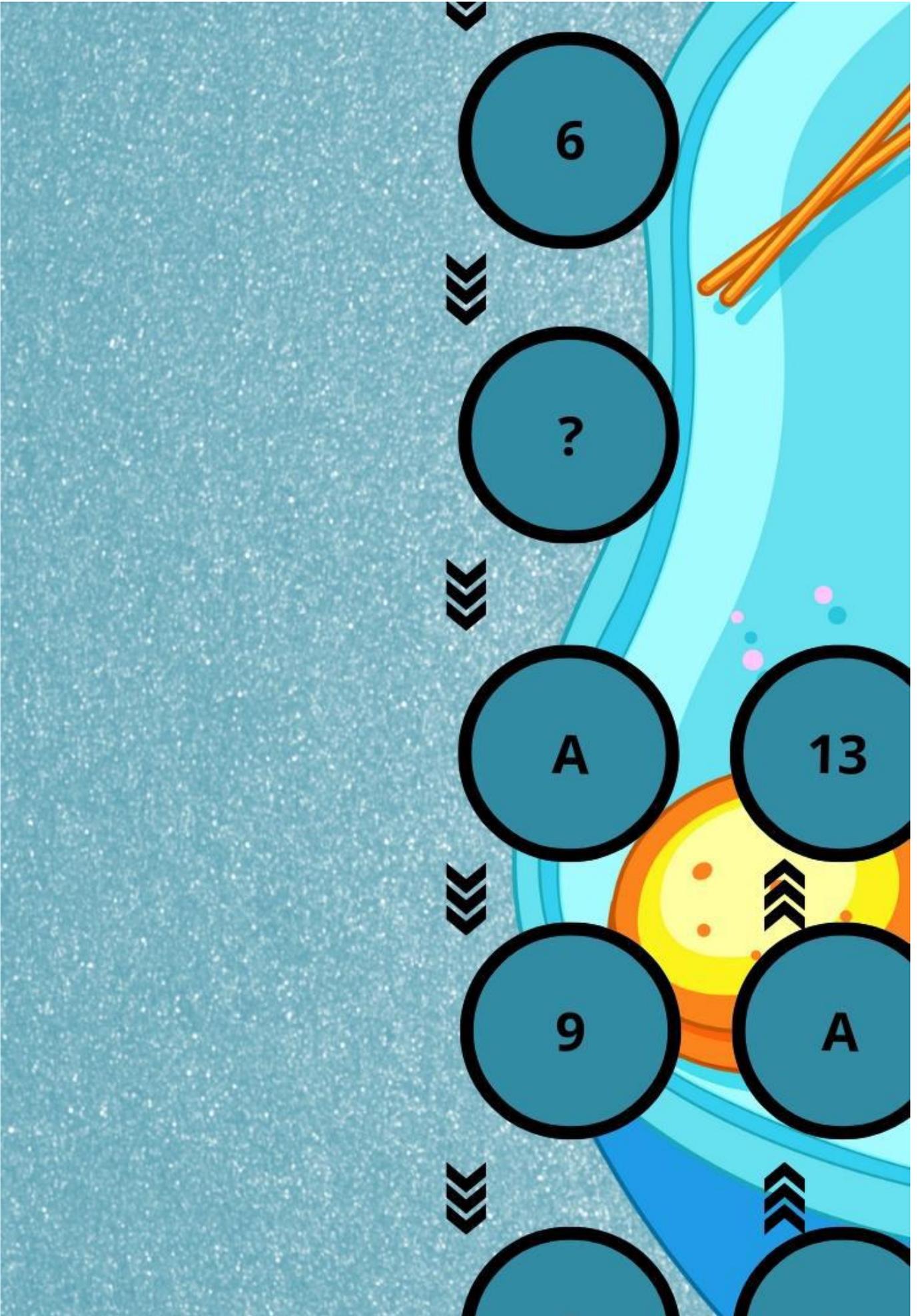


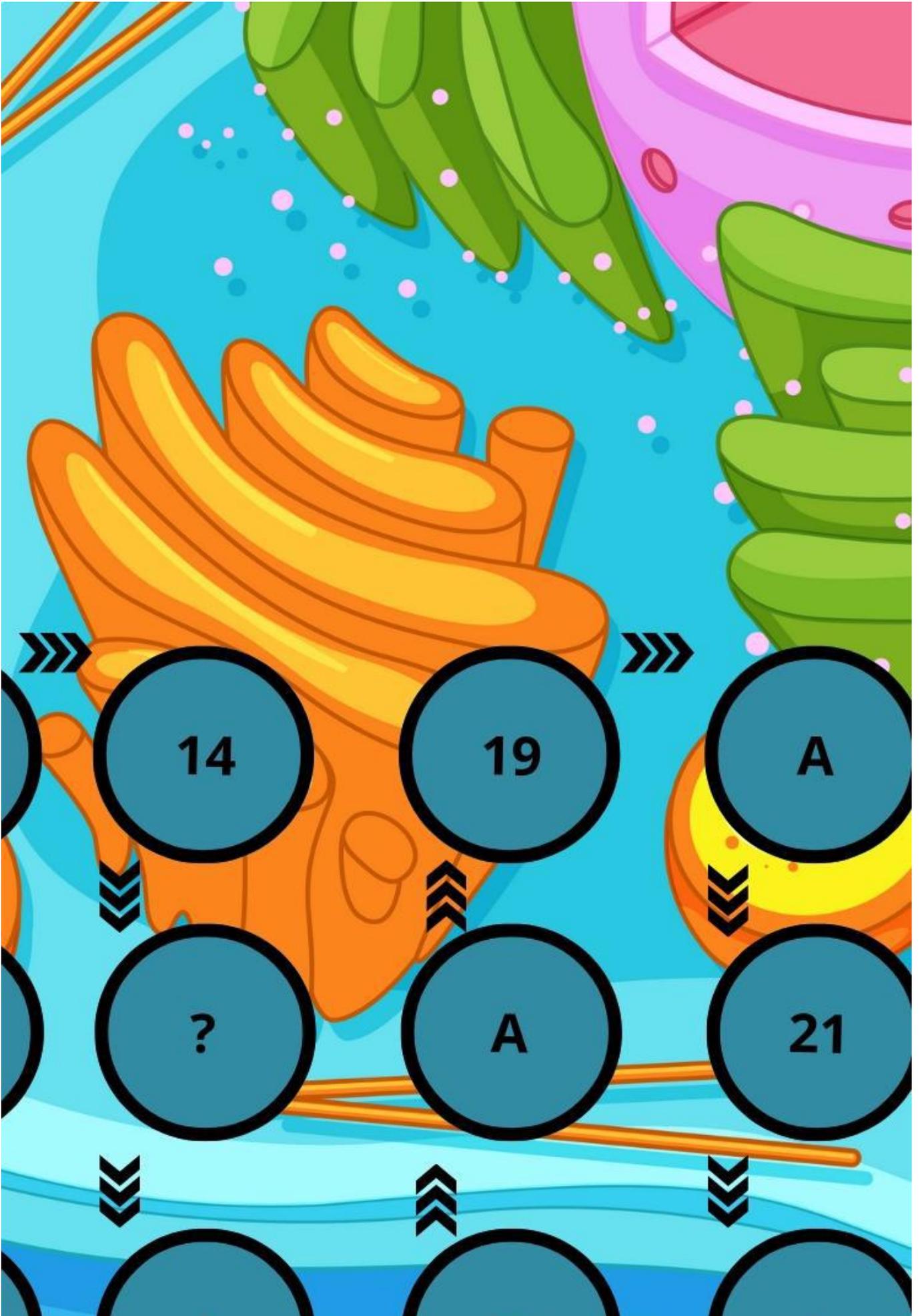


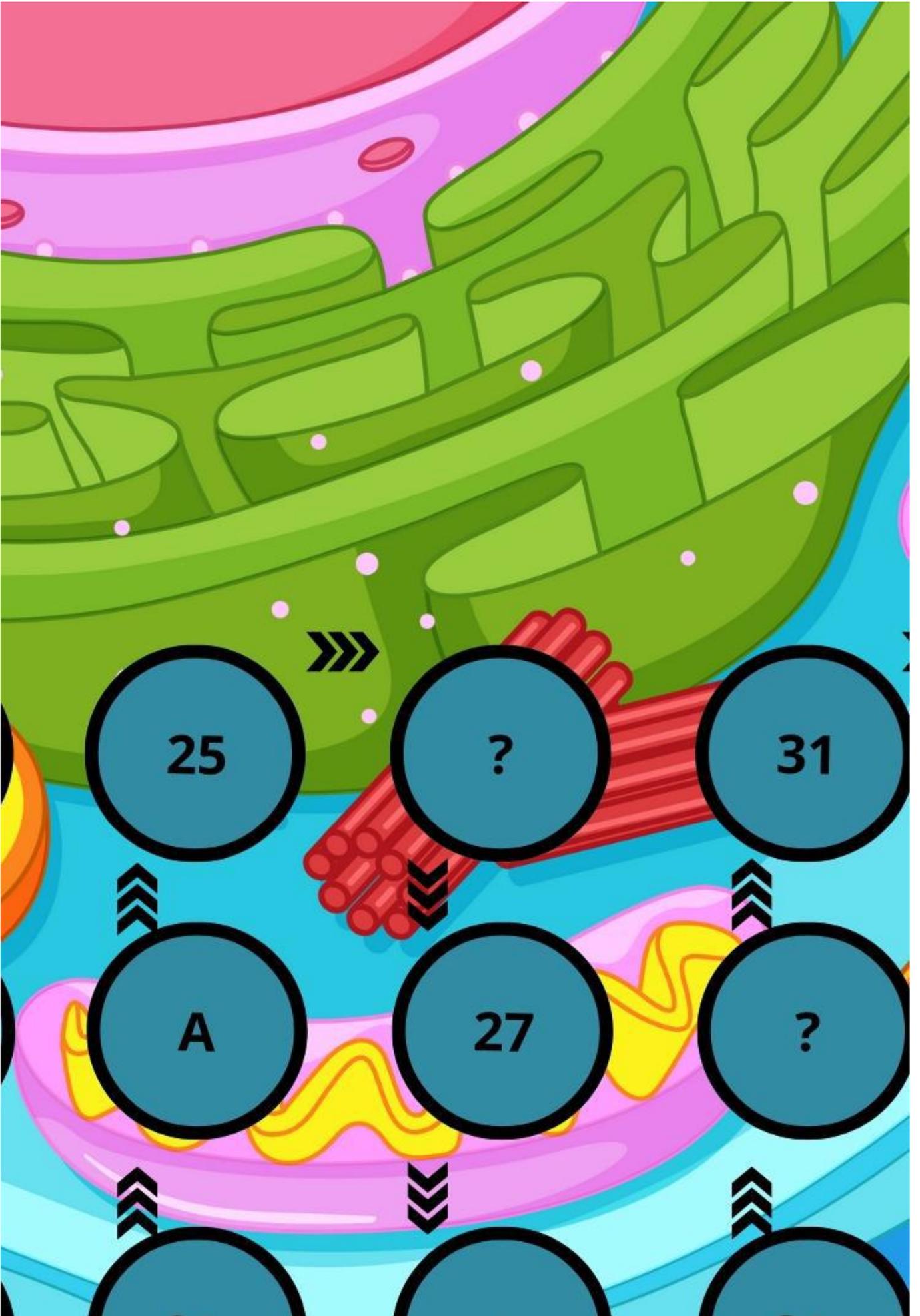


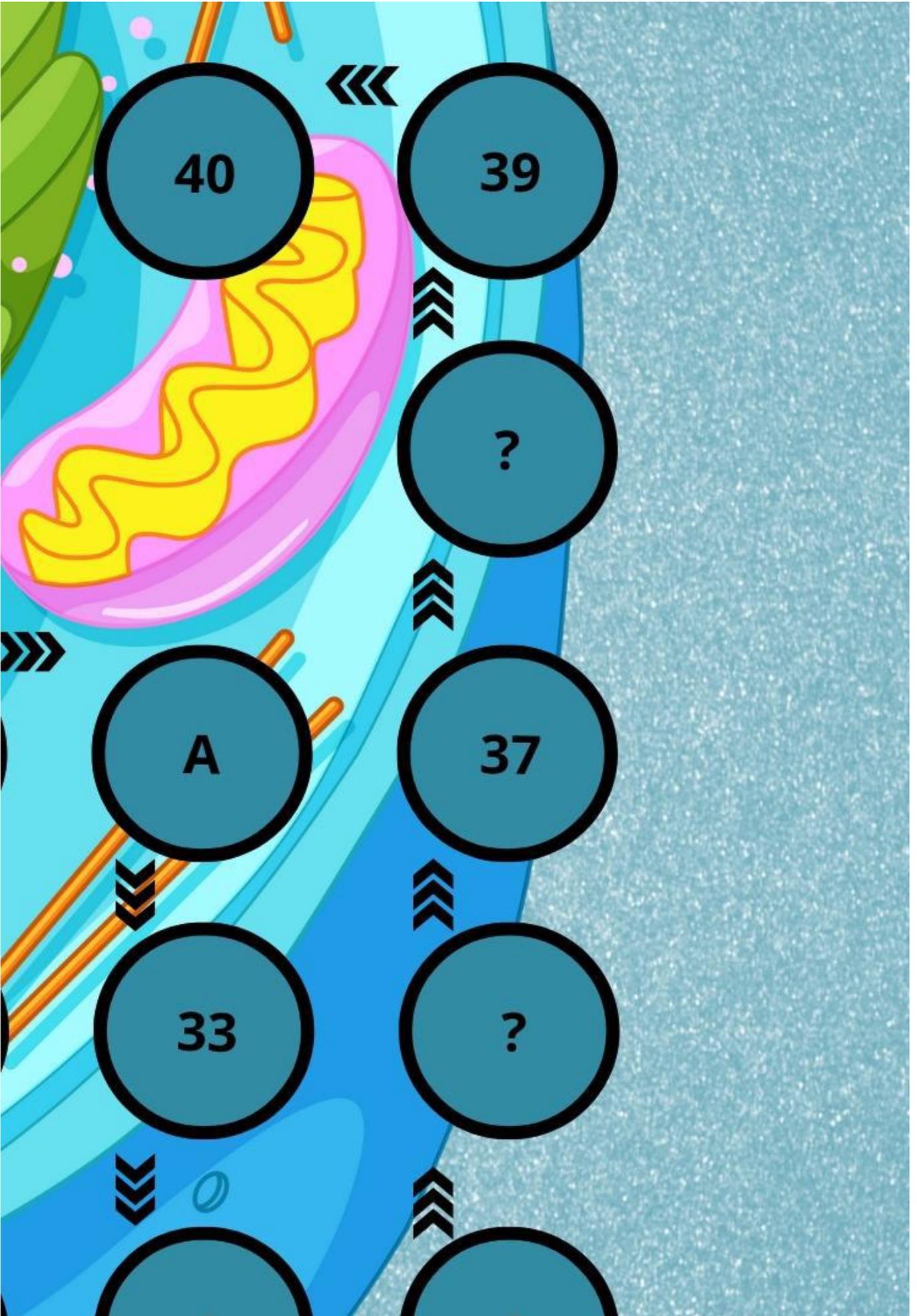
Bem vindo ao núcleo!!

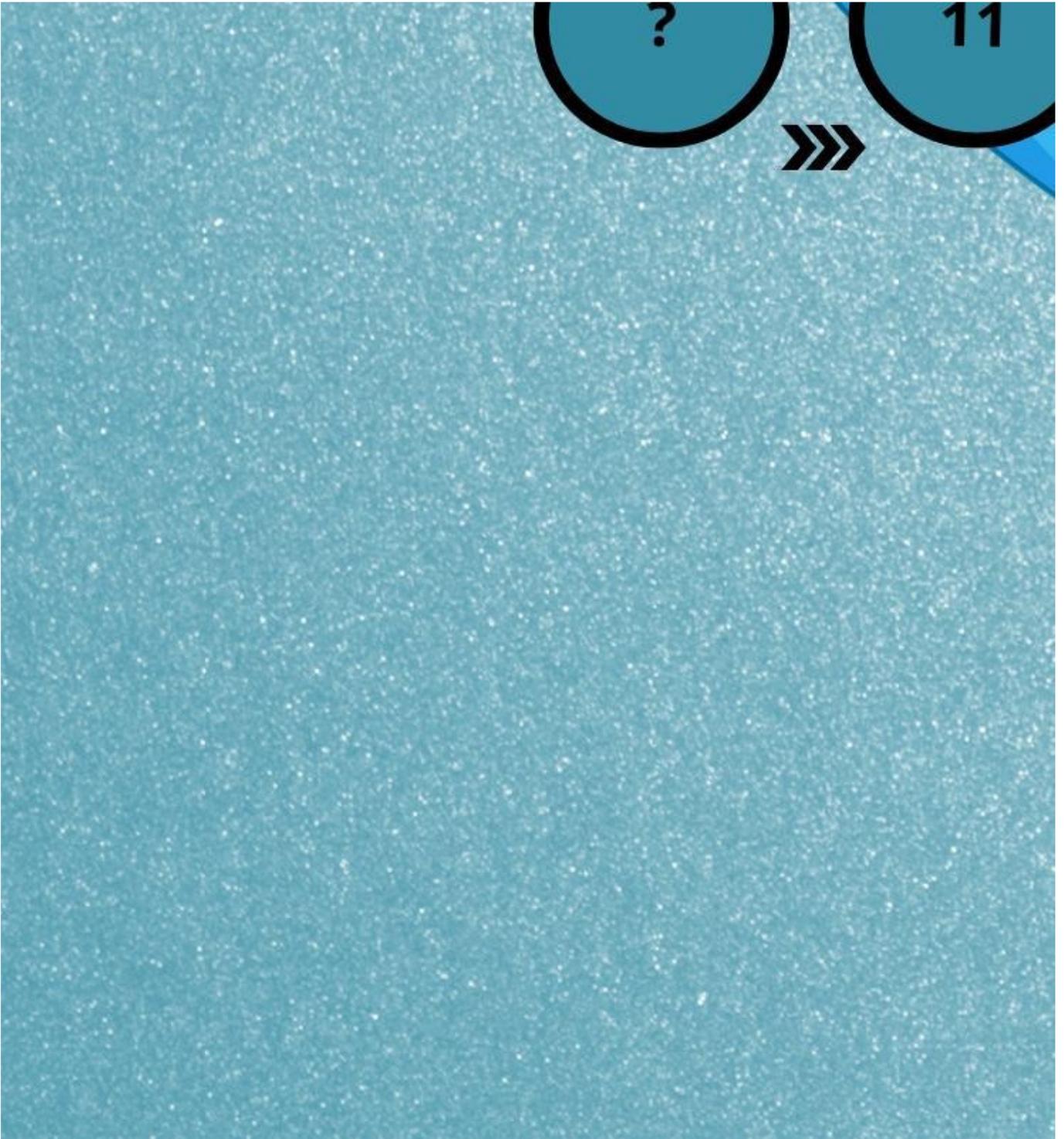


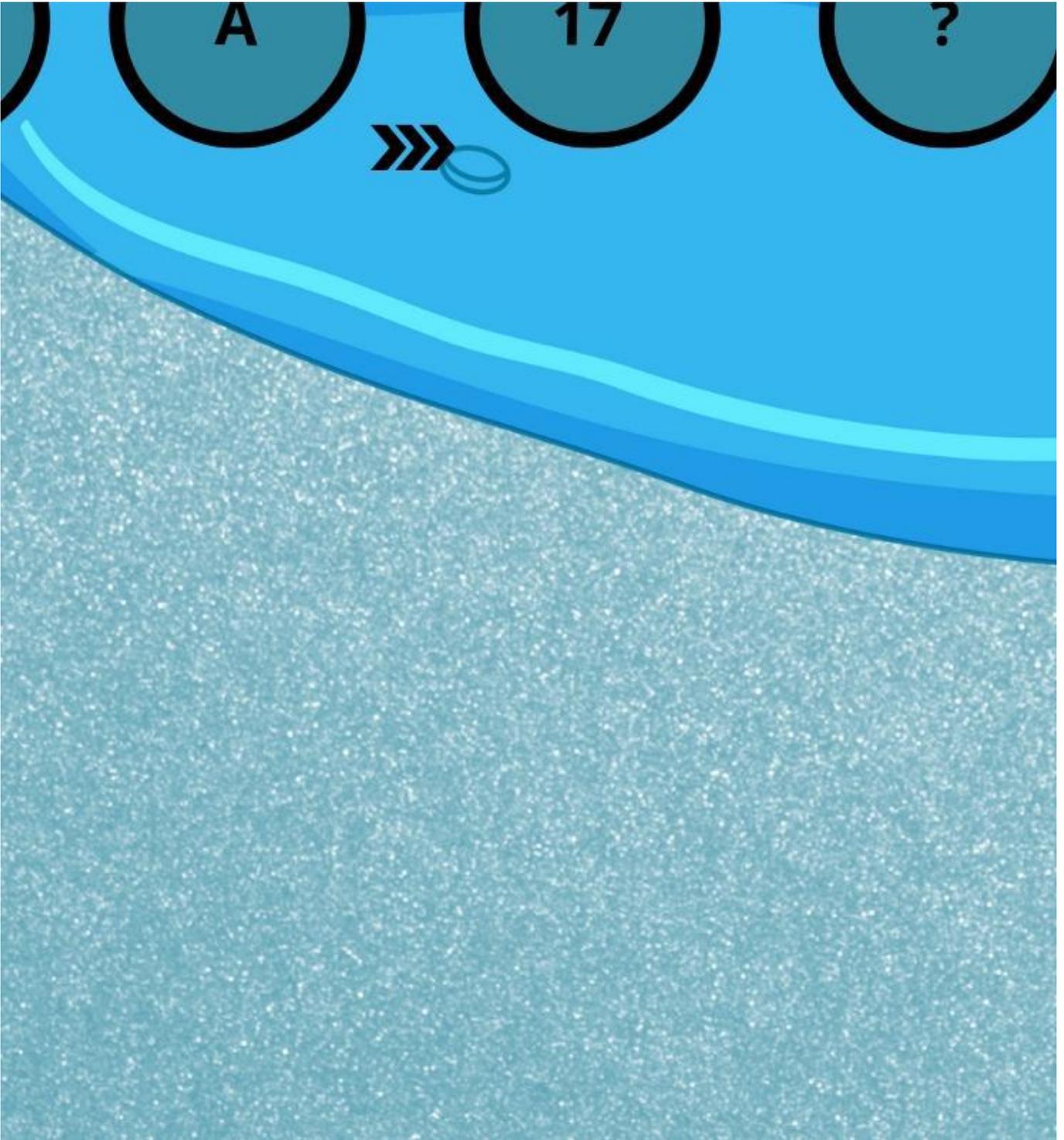


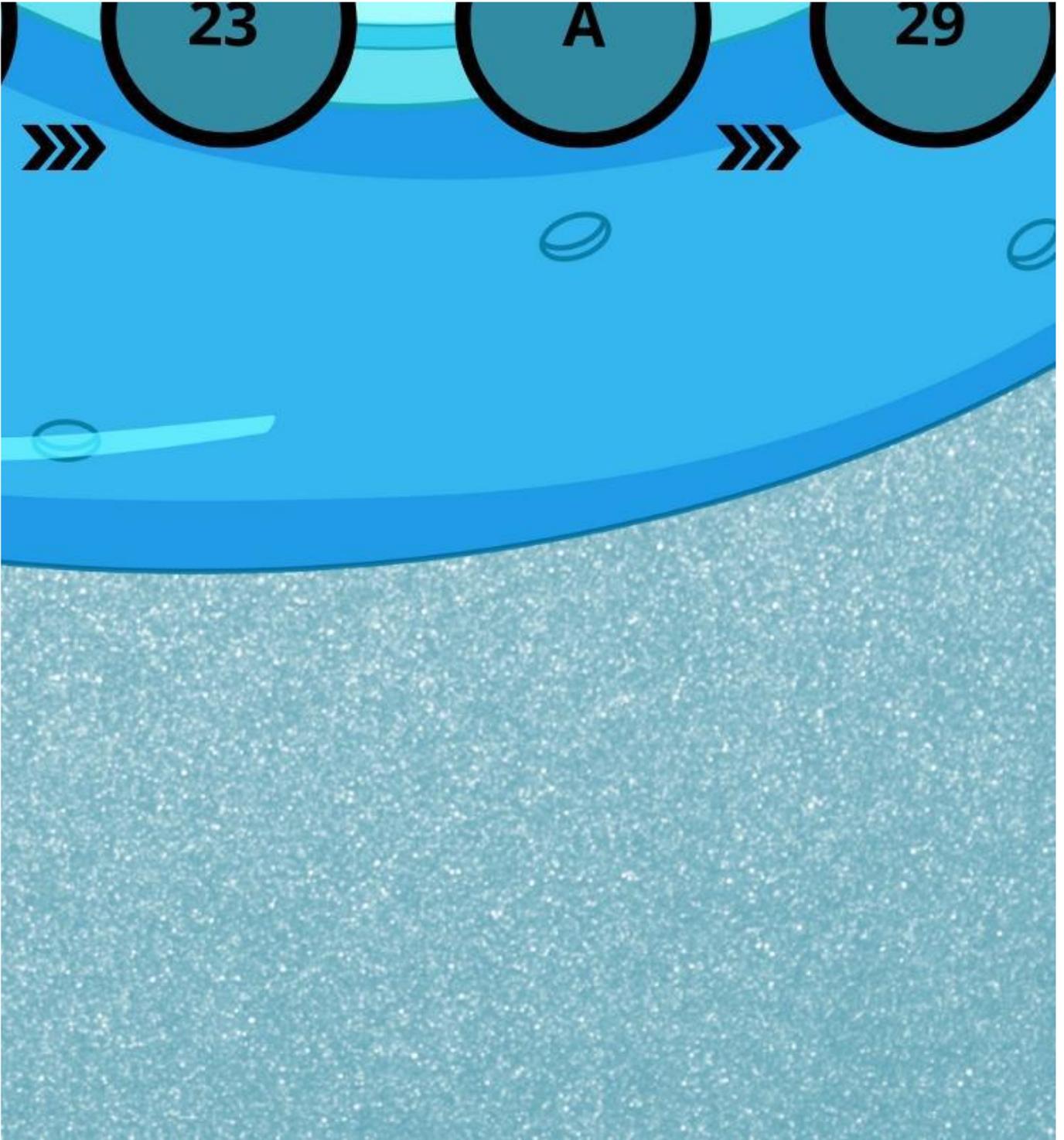














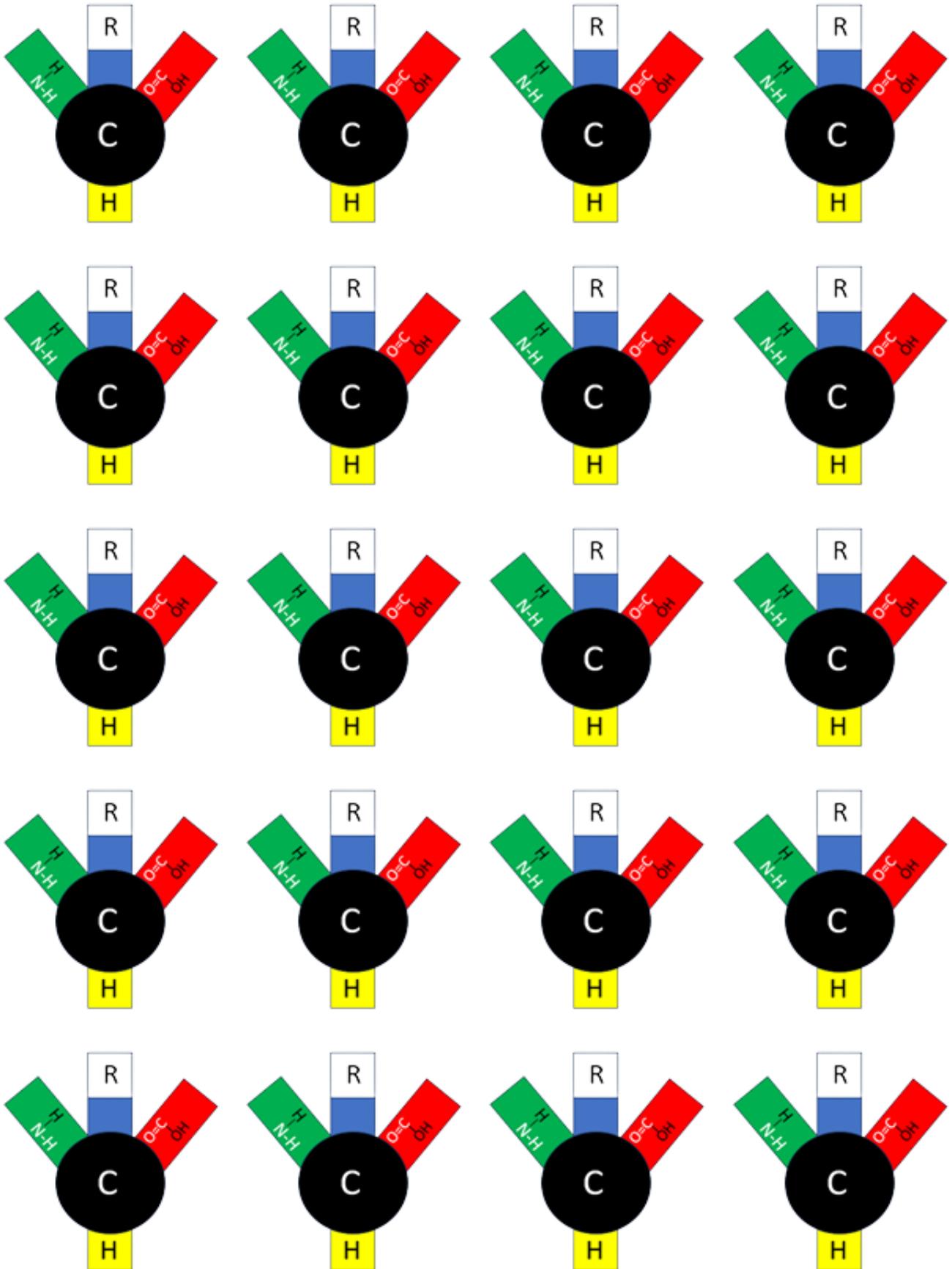
PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia

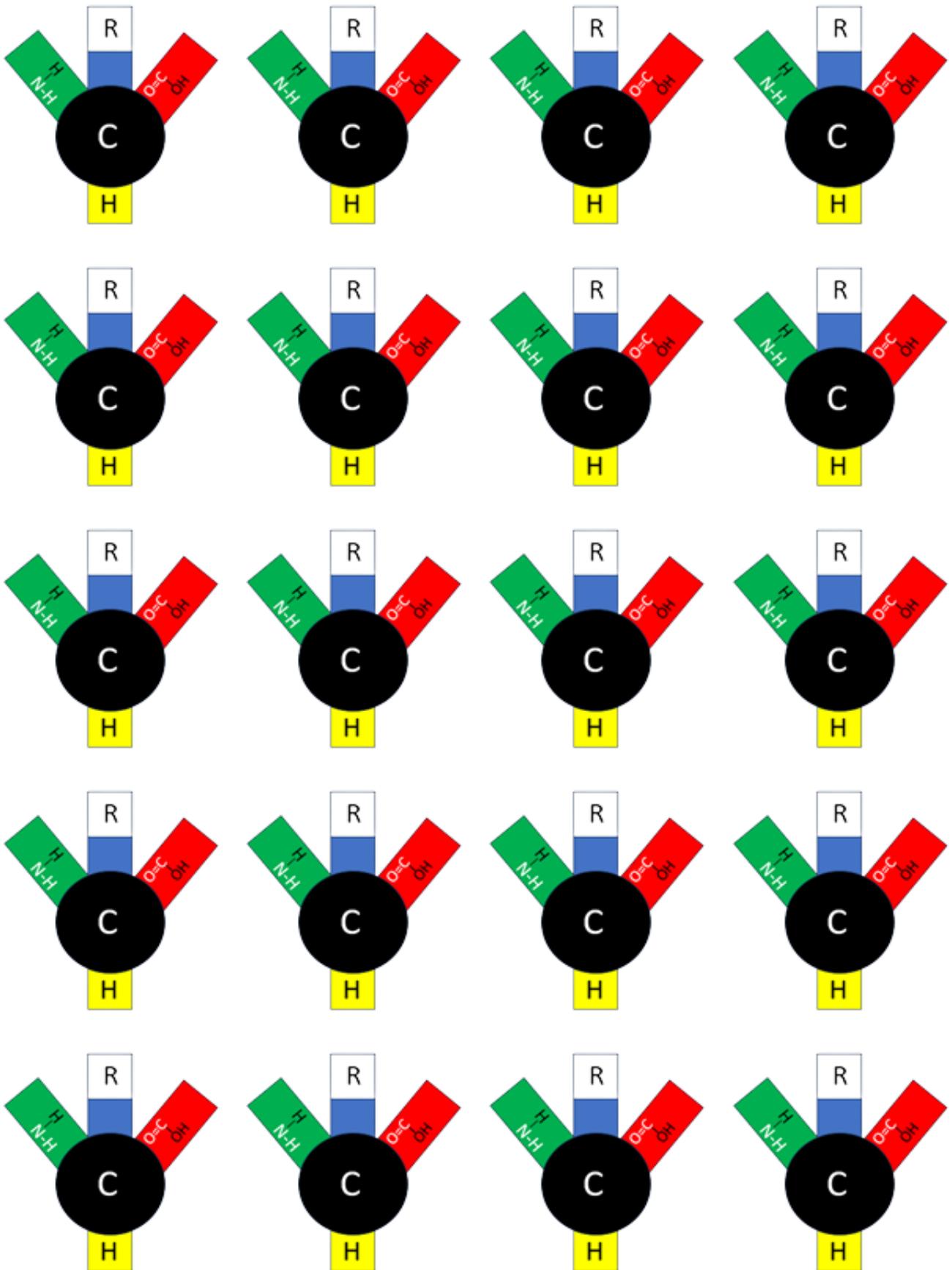
UNICAMP

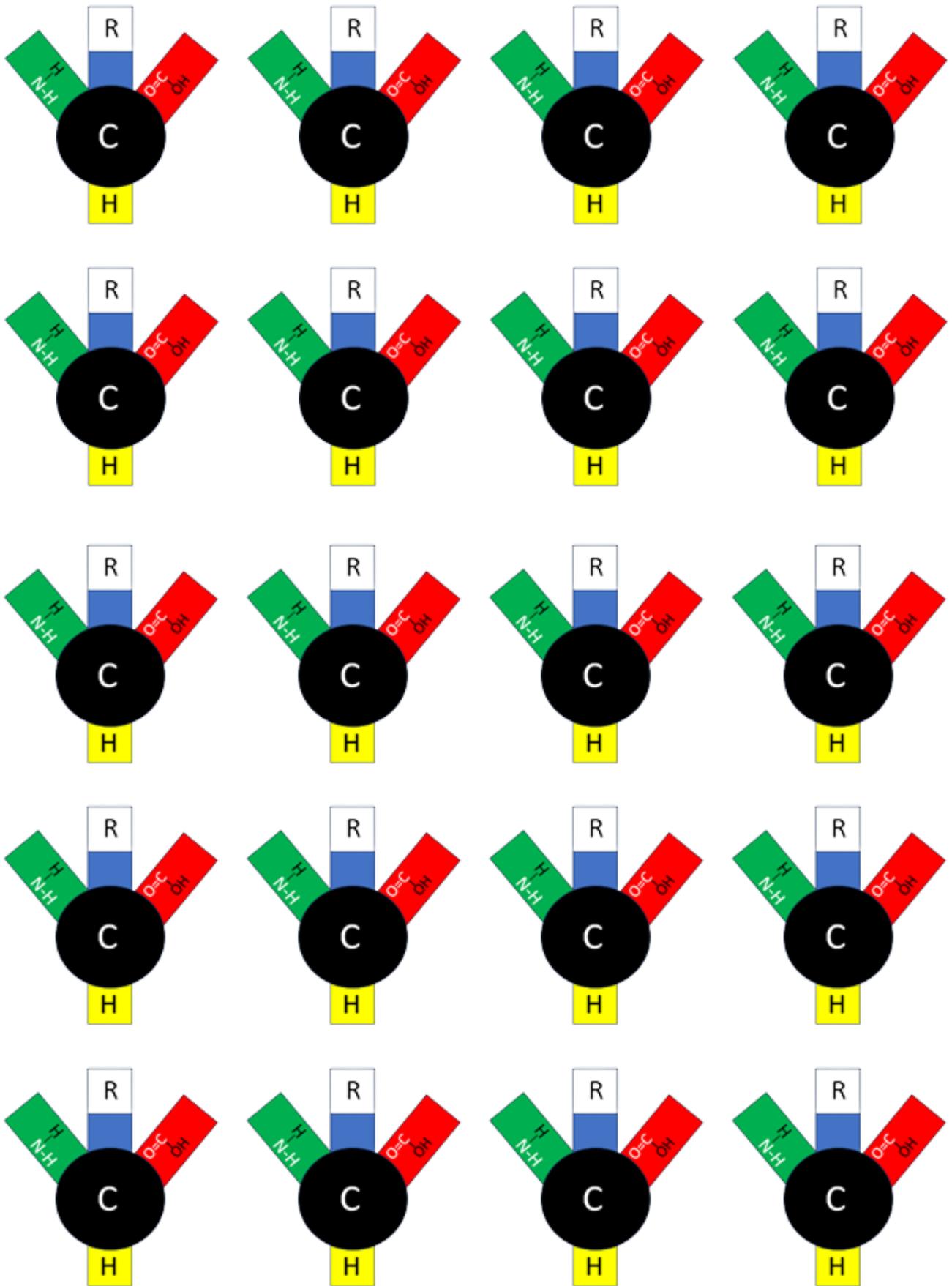
CAPES

Jogo: "Do DNA à proteína"
Elaborado como produto do programa de mestrado profissional - PROFBIO, pelo mestrando Tiago da Silva sob a orientação do Professor Dr. Eduardo Galembeck.

AMINOÁCIDOS SEM CADEIA LATERAL

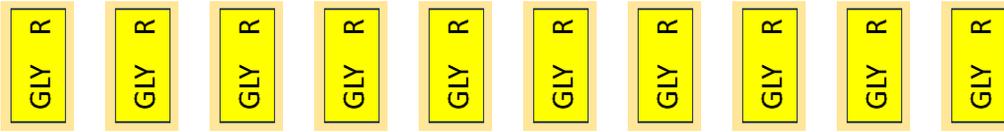




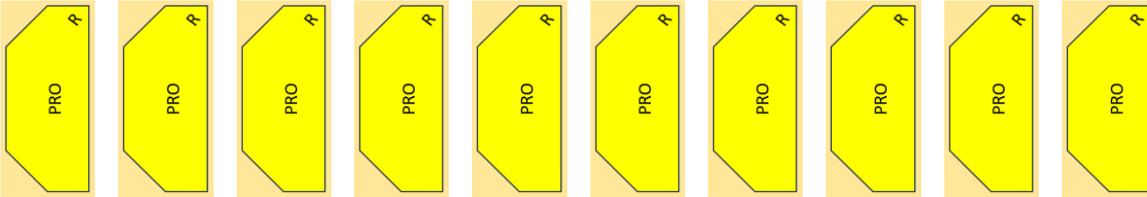


CADEIAS LATERAIS APOLARES

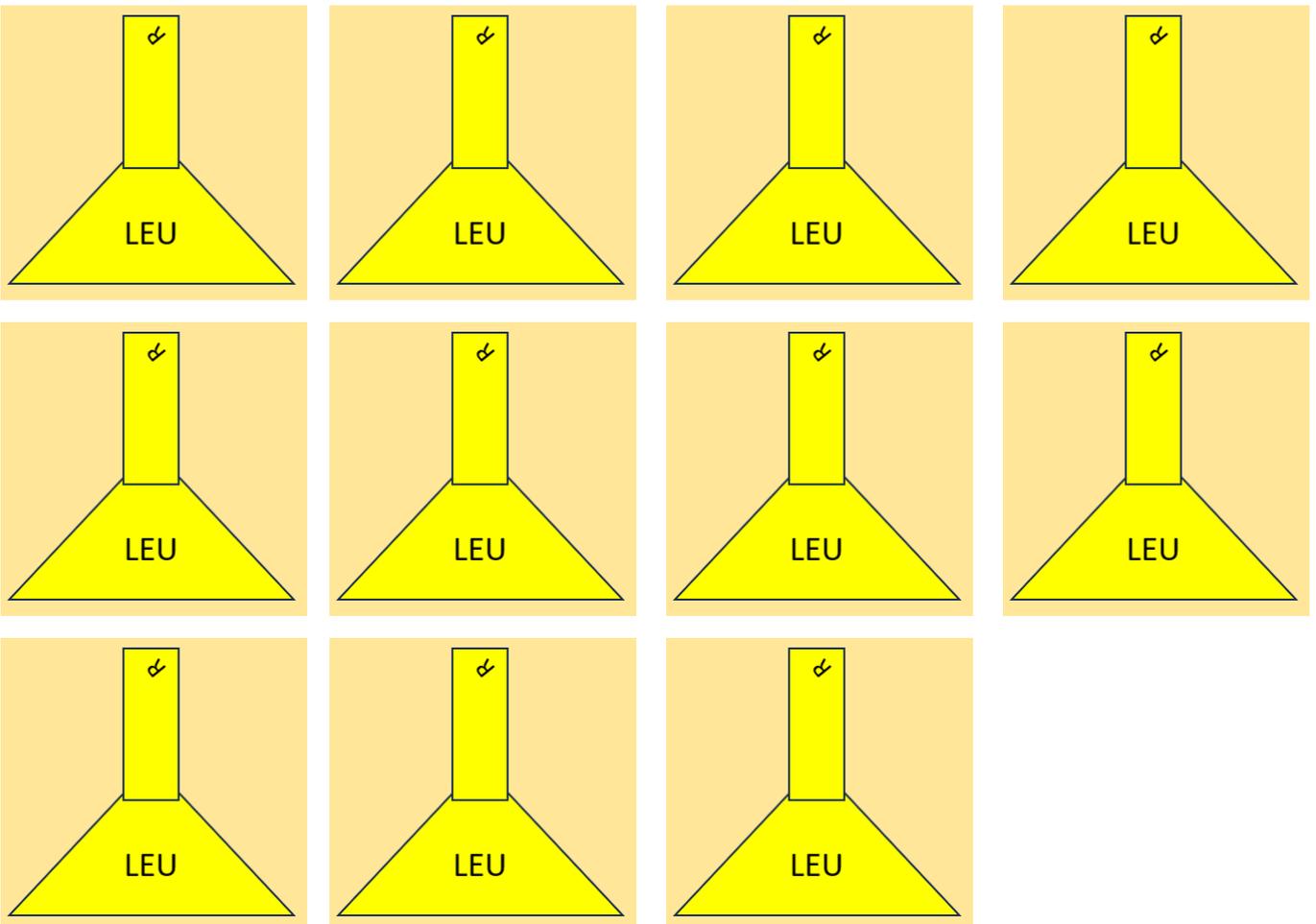
GLICINA



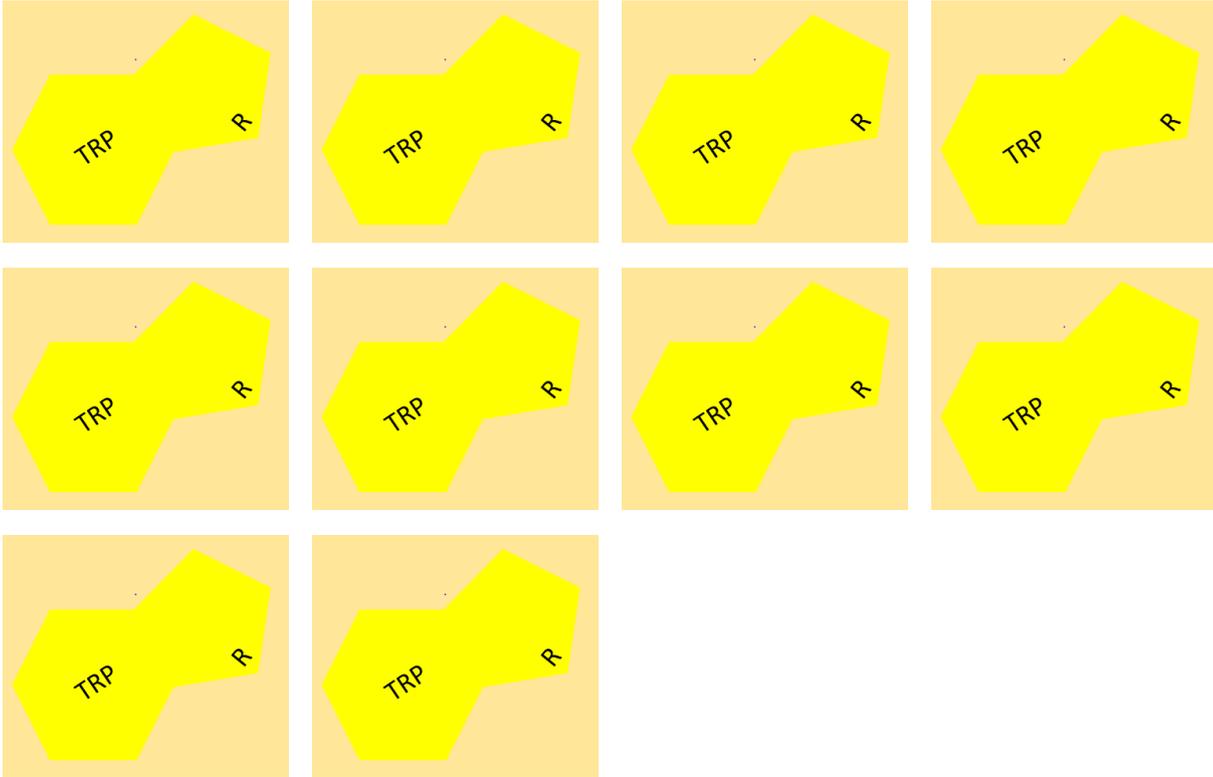
PROLINA



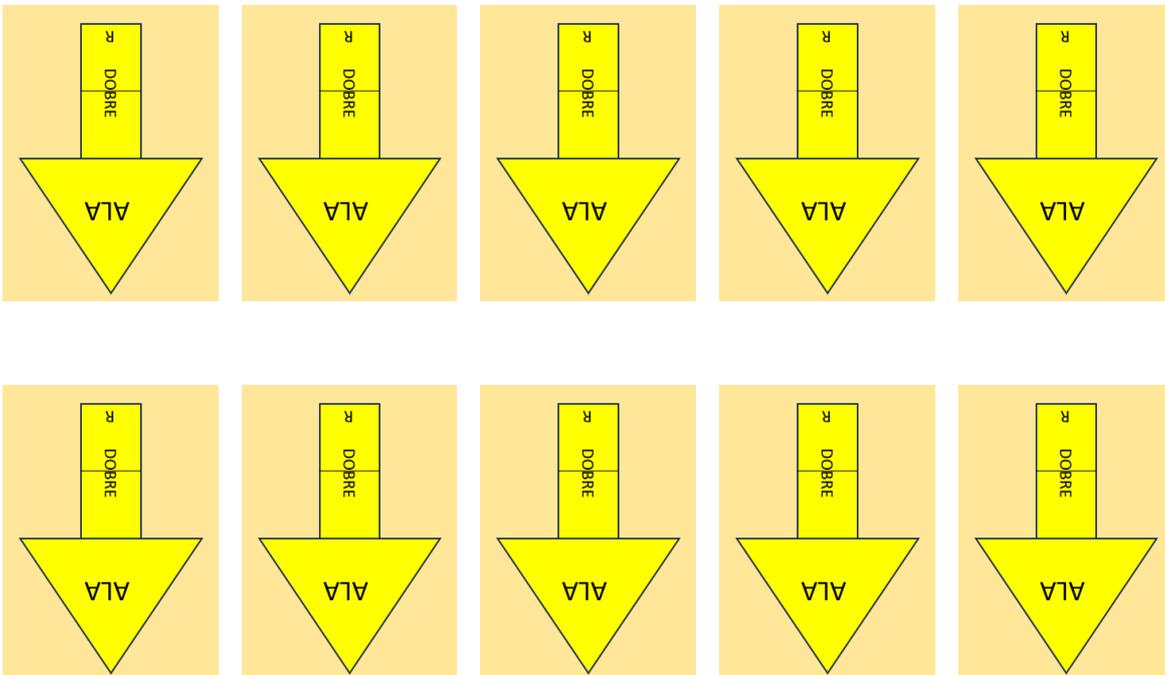
*LEUCINA



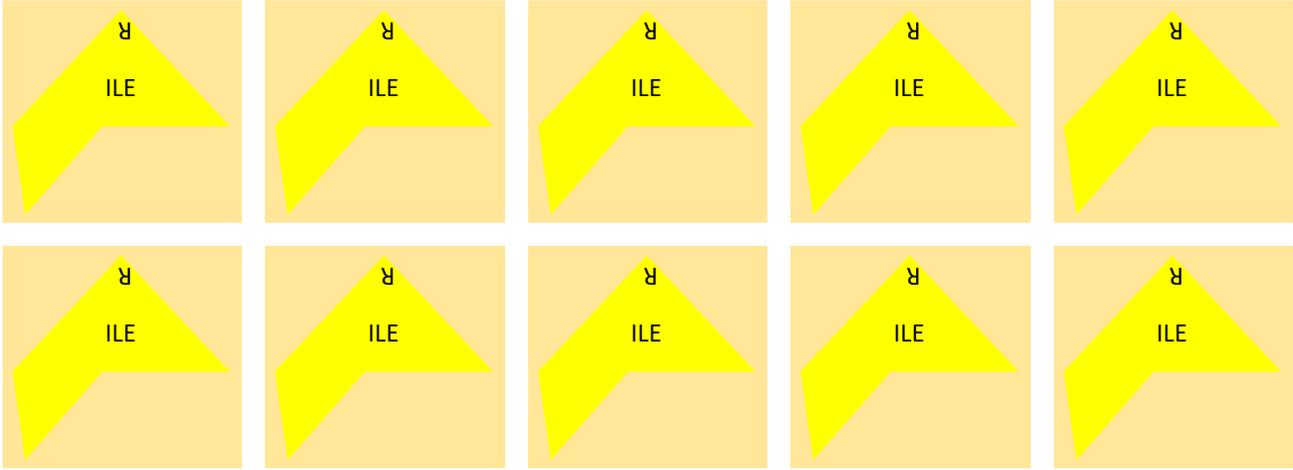
***TRIPTOFANO**



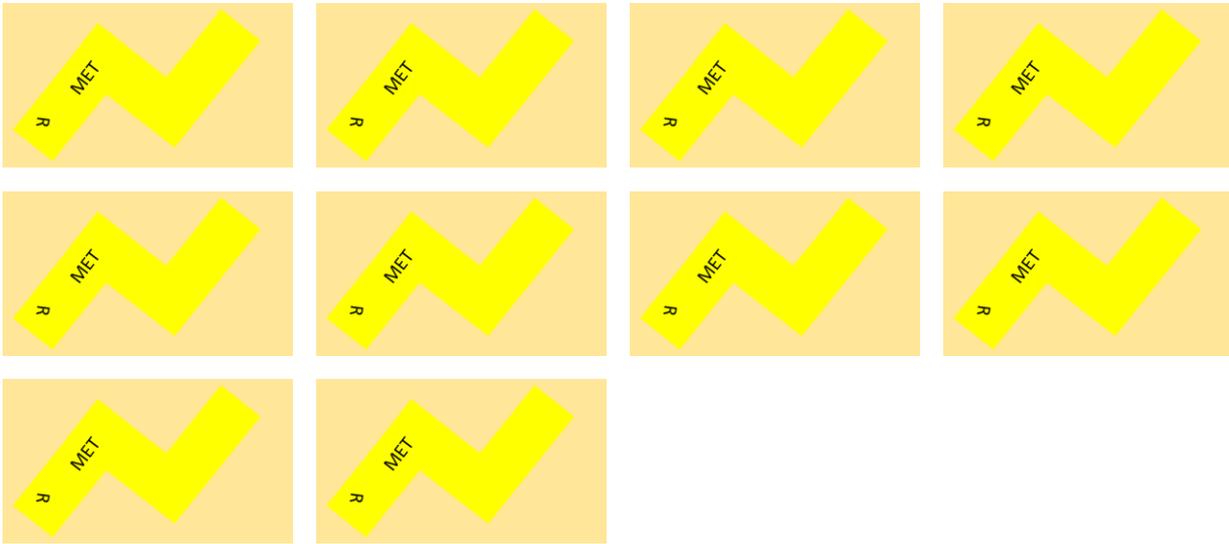
ALANINA



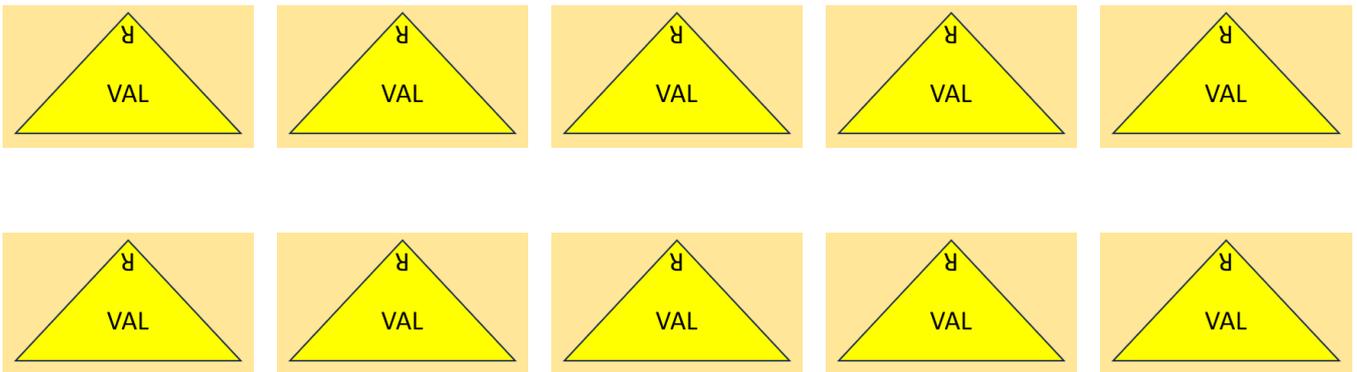
***ISOLEUCINA**



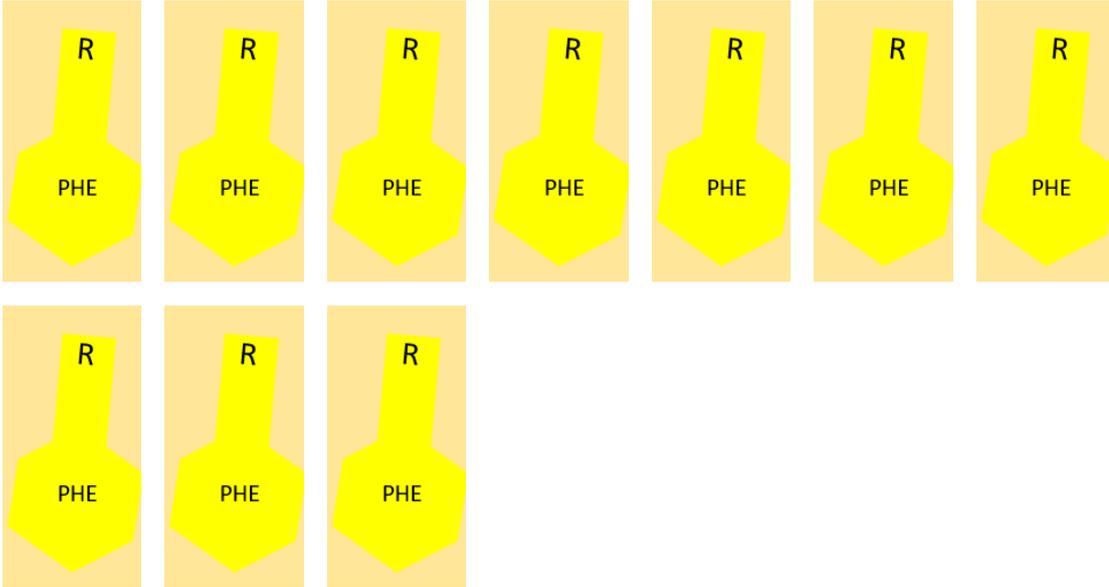
***METIONINA**



***VALINA**

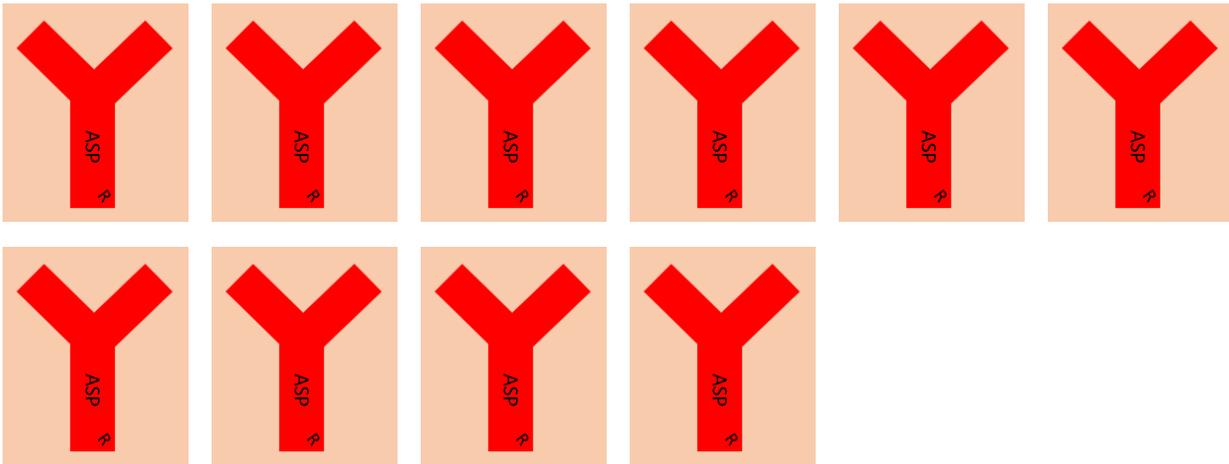


***FENILALANINA**

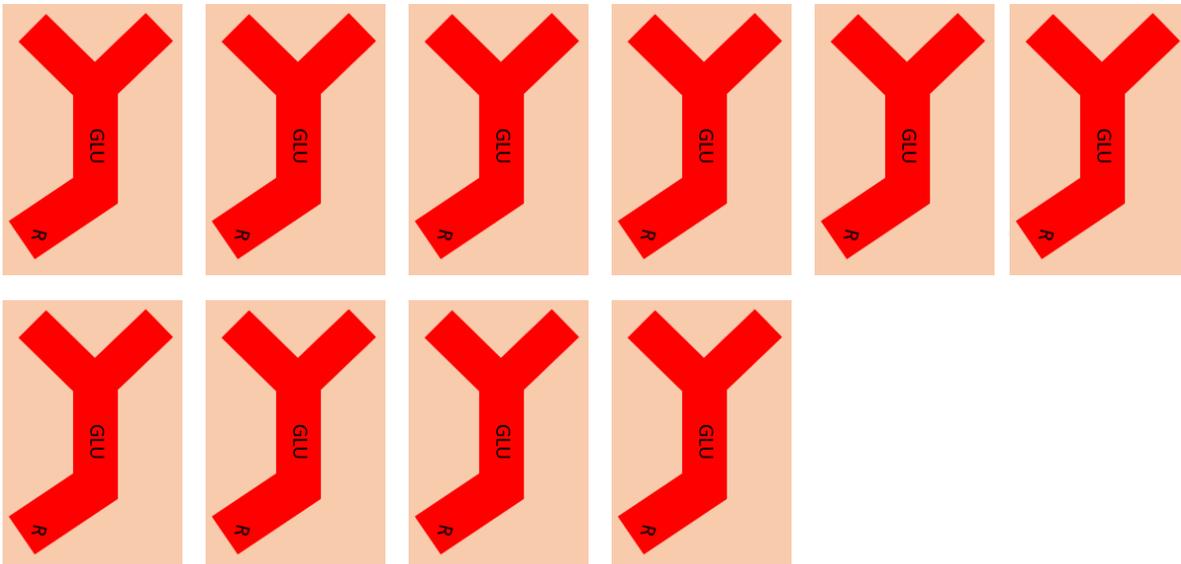


CADEIAS LATERAIS ÁCIDAS

ÁCIDO ASPÁRTICO

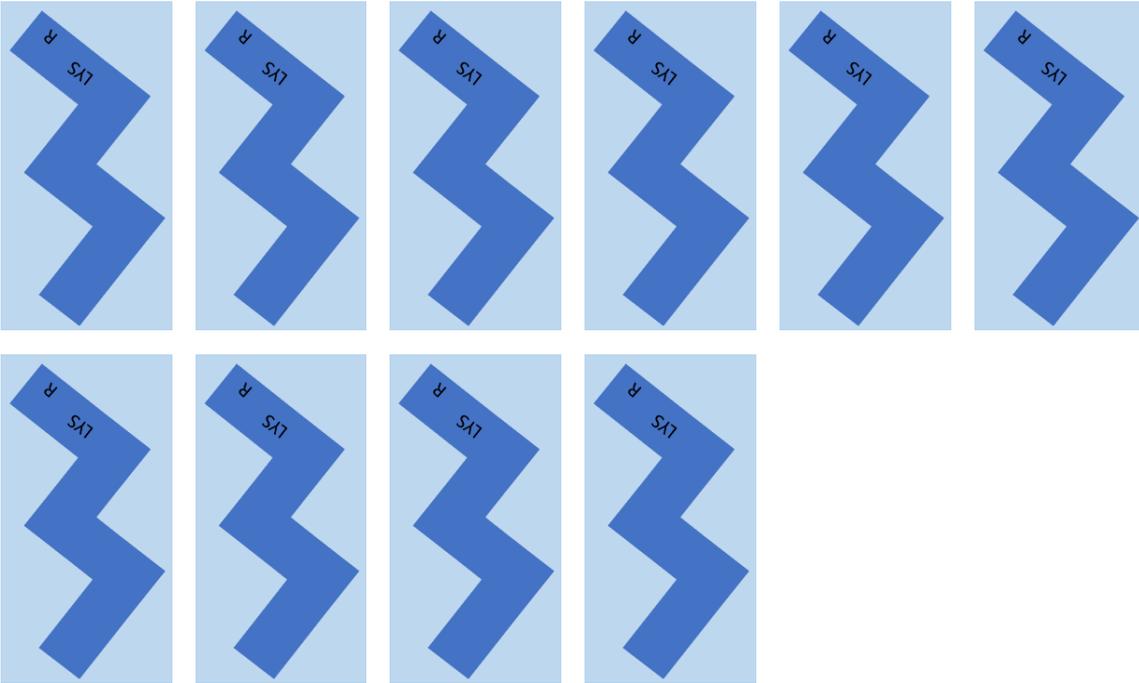


ÁCIDO GLUTÂMICO

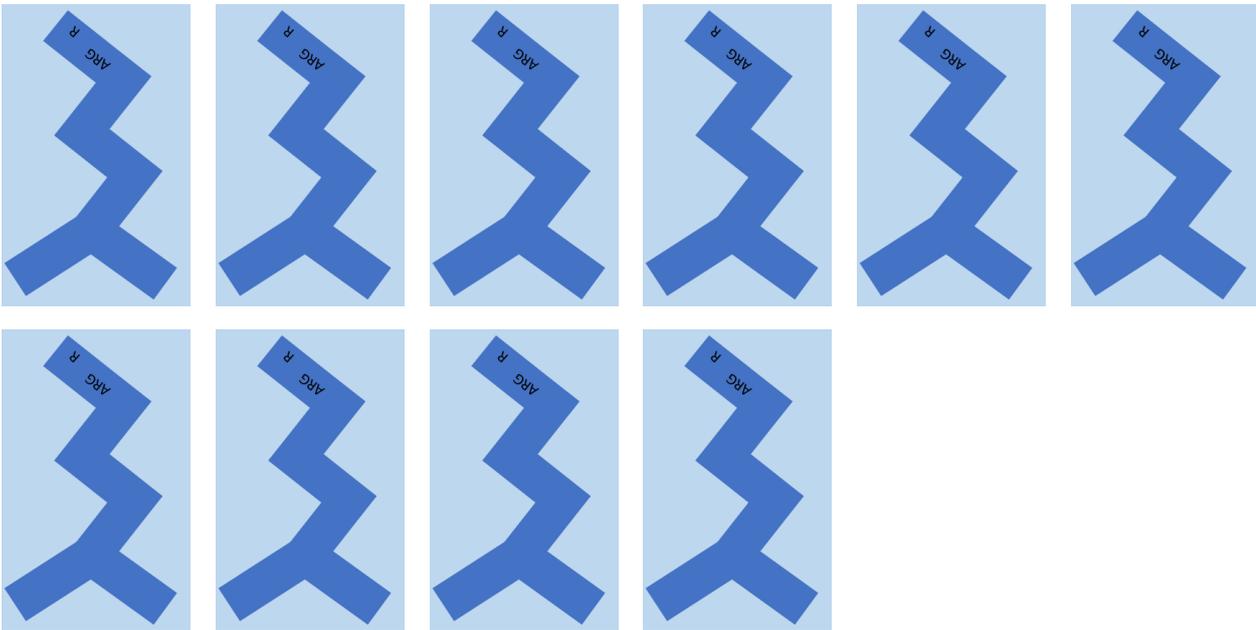


CADEIAS LATERAIS BÁSICAS

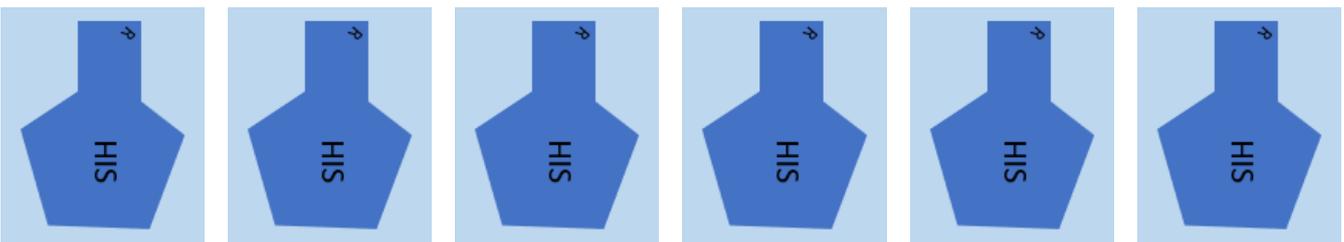
*LISINA

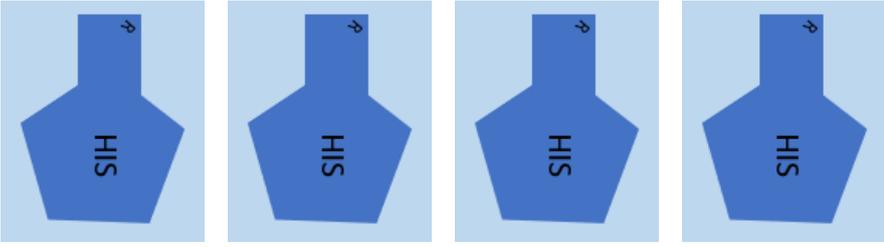


ARGININA



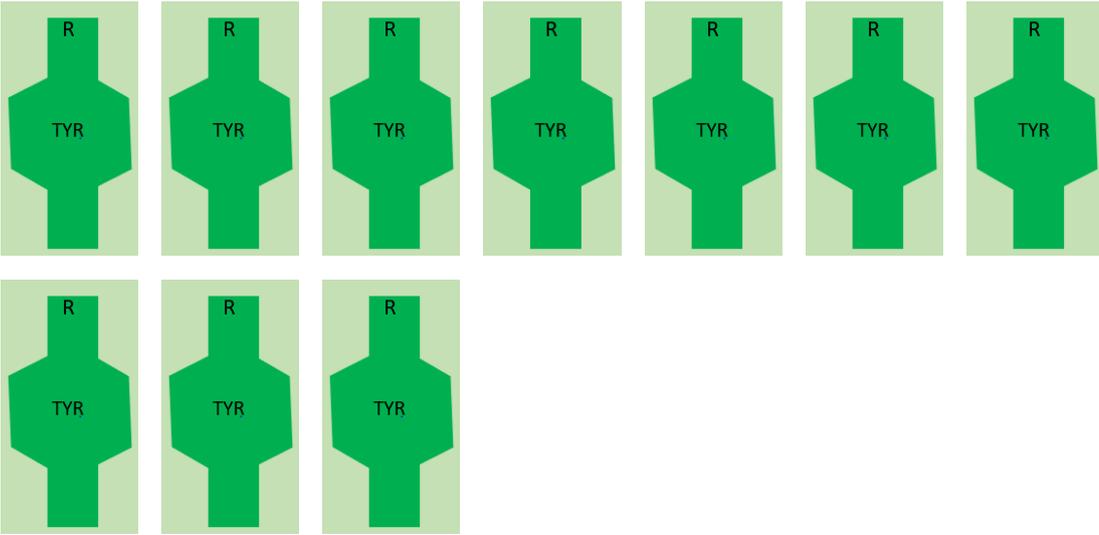
HISTIDINA



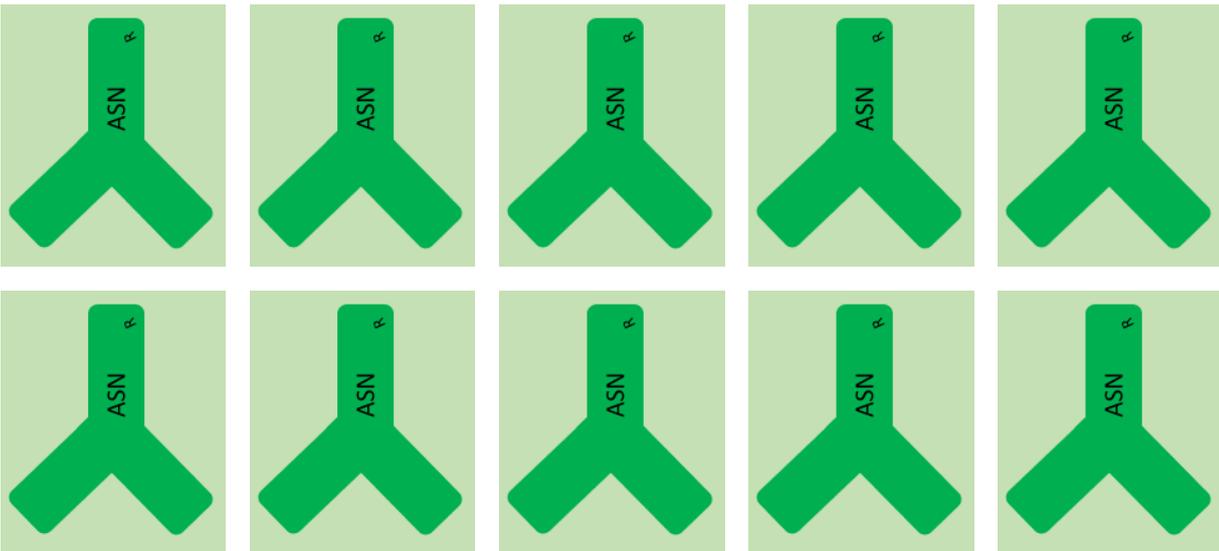


CADEIAS LATERAIS POLARES

TIROSINA



ASPARAGINA



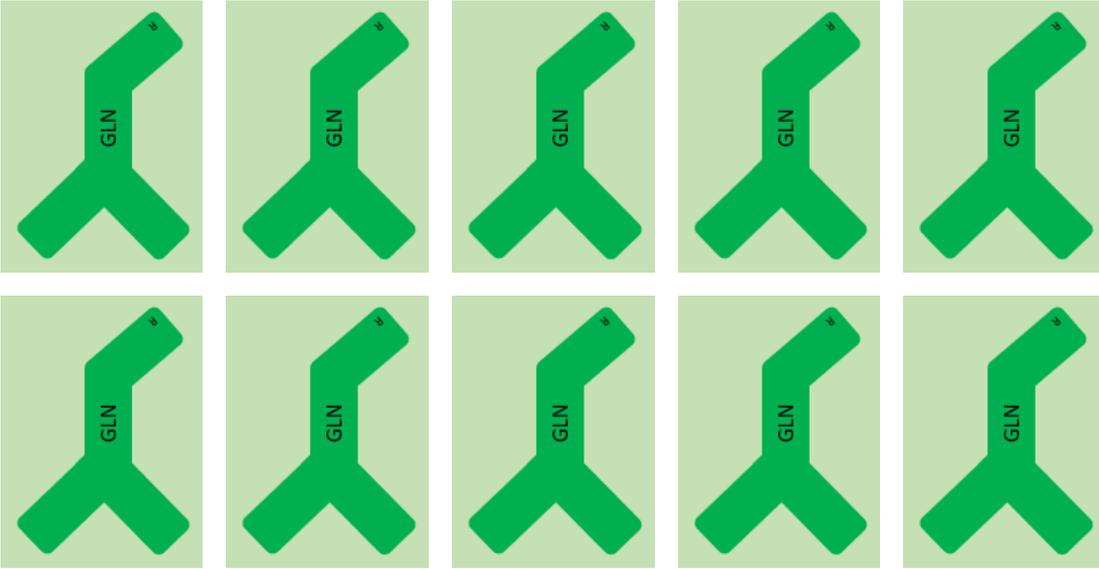
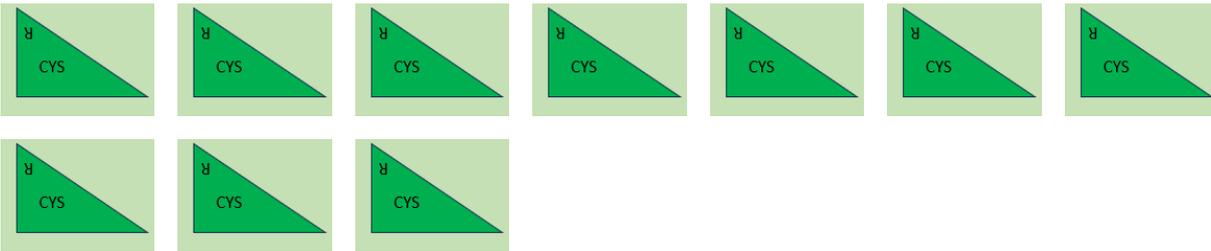
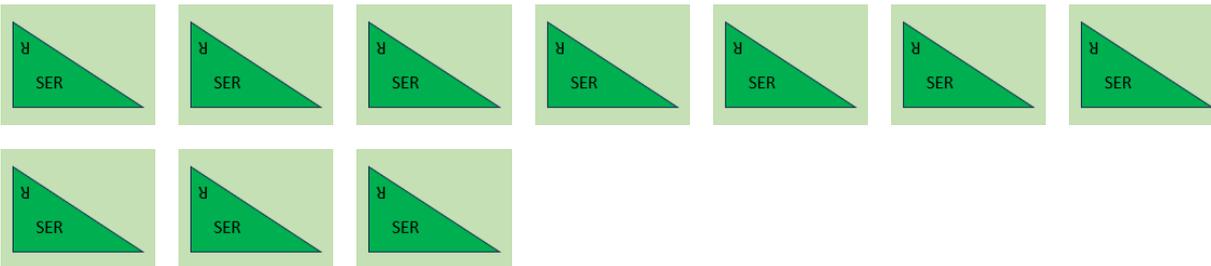
GLUTAMINA**CISTEÍNA****SERINA*****TREONINA**

TABELA DE CÓDONS

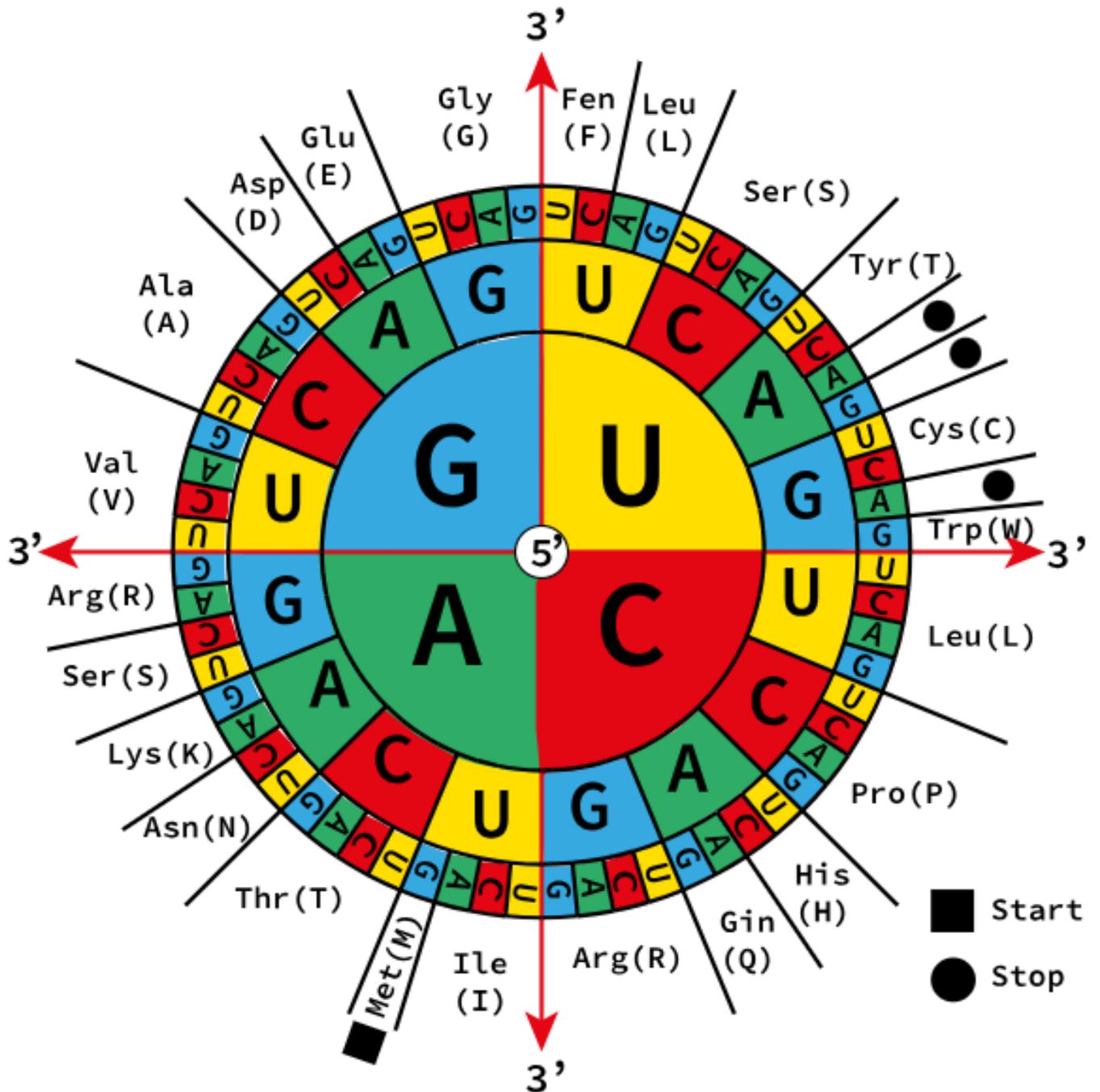


TABELA DE CÓDONS

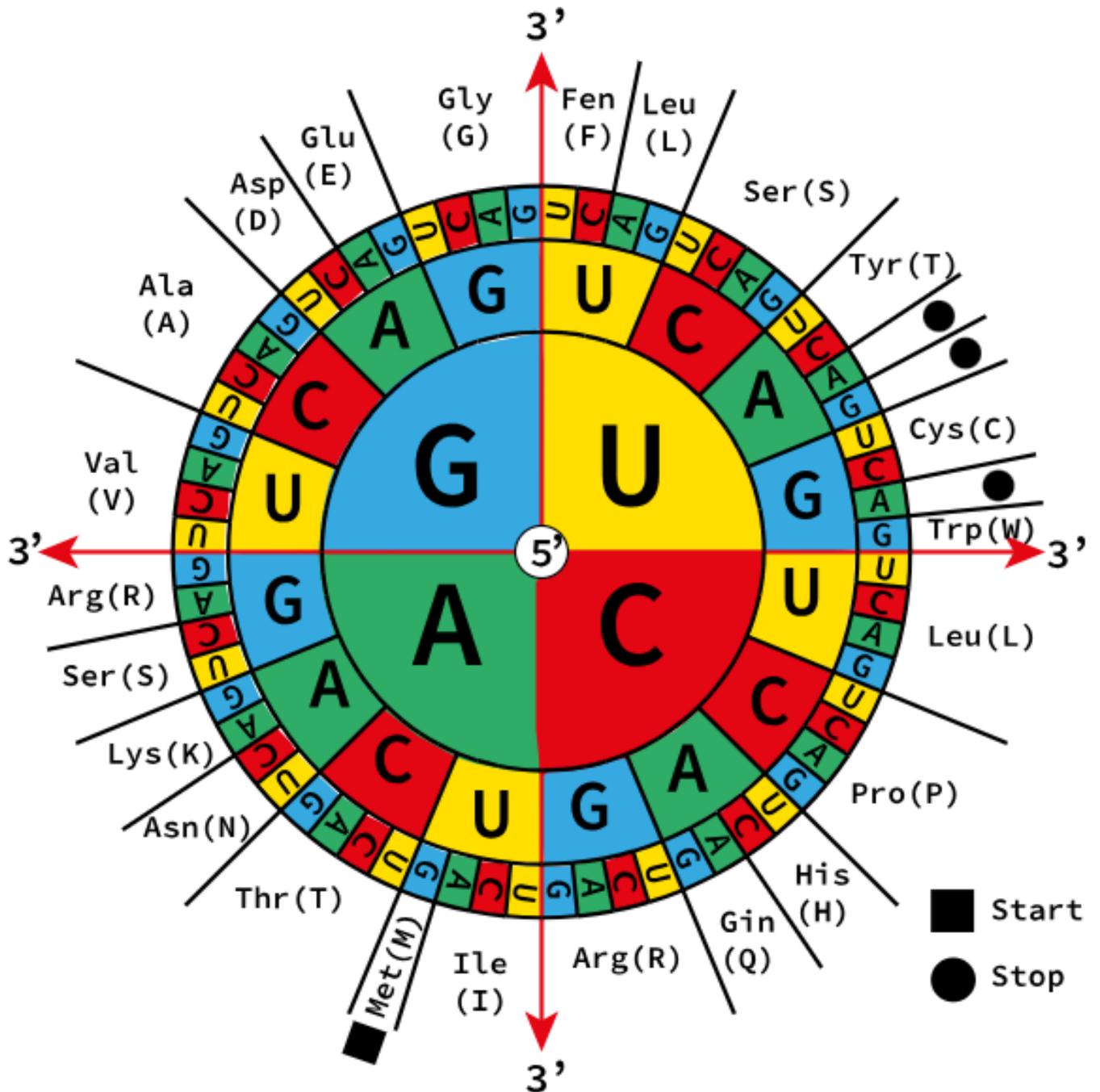


TABELA DE CÓDONS

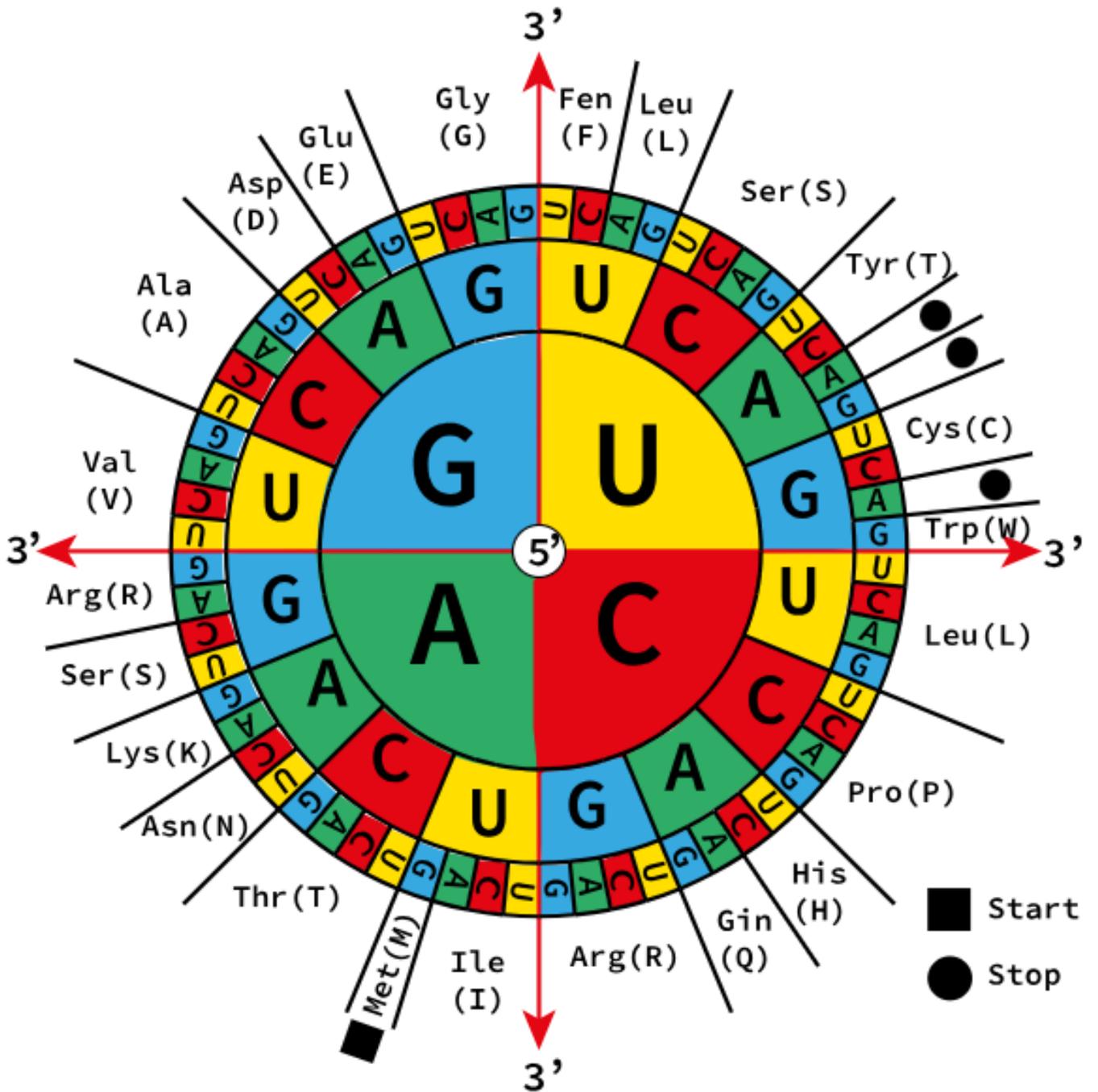


TABELA DE CÓDONS

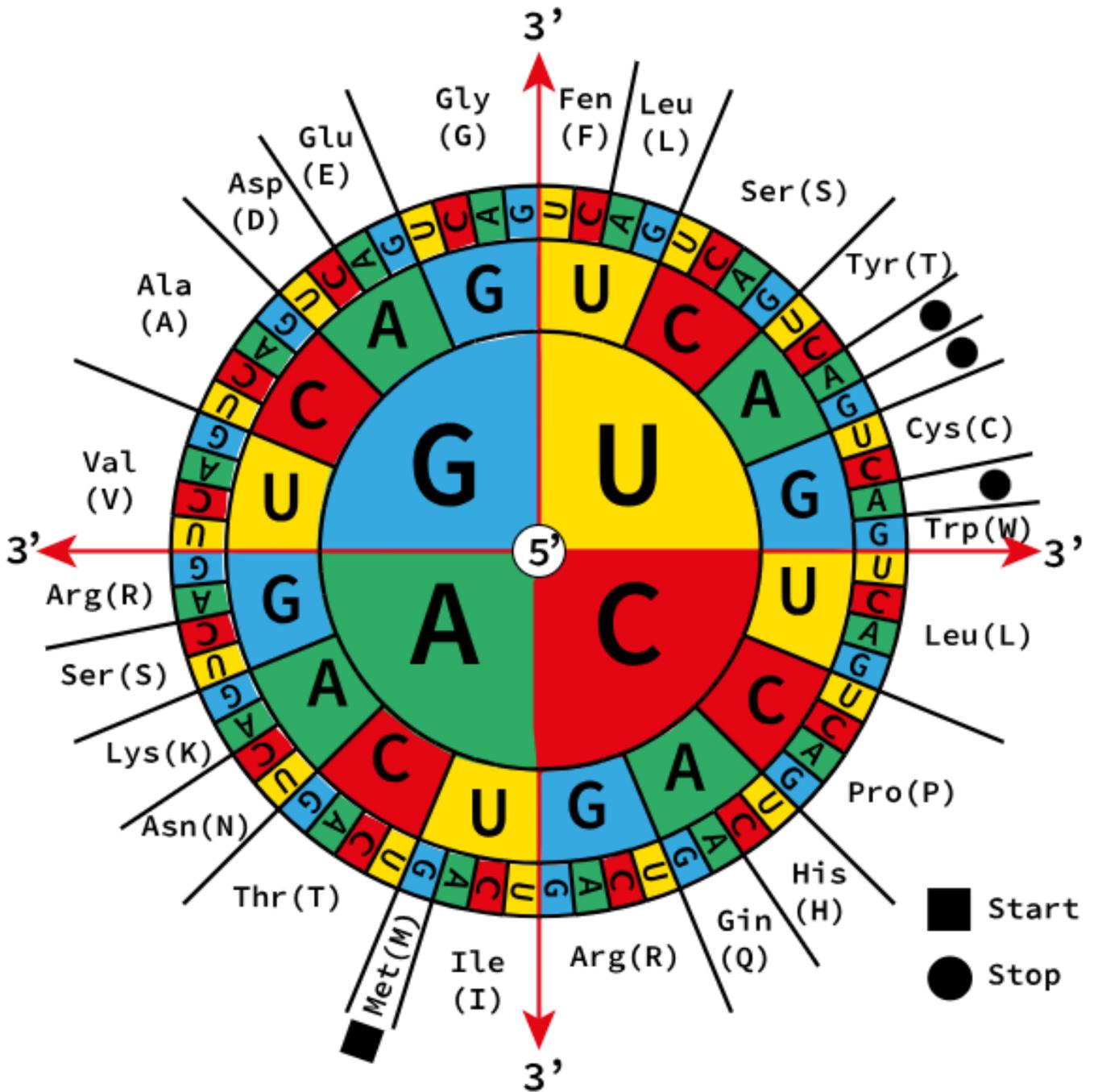
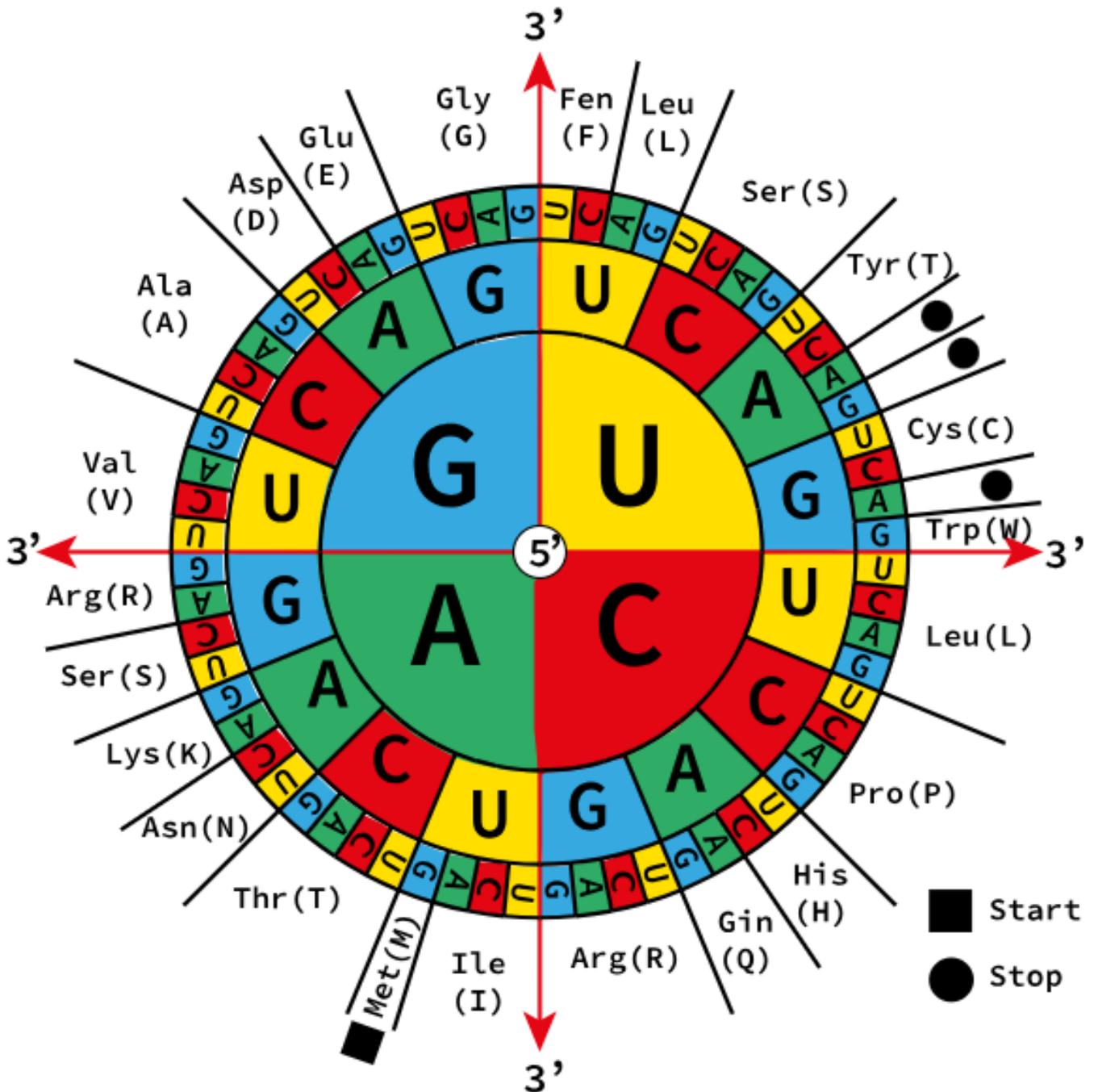


TABELA DE CÓDONS



QUIZ

Do DNA à
proteína

Quiz

transcrição e
tradução

Do DNA à proteína



Uma base
nitrogenada
presente no DNA
e ausente no RNA
é:

- a) Adenina
- b) *Timina*
- c) Citosina
- d) Uracila

Do DNA à
proteína

Quiz

transcrição e
tradução

Do DNA à proteína



Os nucleotídeos de
diferentes fitas de DNA
são unidos por:

- a) *ligações de hidrogênio*s
- b) ligações peptídicas
- c) ligações fosfoesteres
- d) ligações iônicas

Do DNA à
proteína

Quiz

transcrição e
tradução

Do DNA à proteína



Os ácidos
nucleicos são
macromoléculas
formadas por:

- a) aminoácidos
- b) carboidratos
- c) *nucleotídeos*
- d) fosfolípidos

Do DNA à
proteína

Quiz

transcrição e
tradução

Do DNA à proteína



Os nucleotídeos de uma
mesma fita de DNA são
unidos por:

- a) ligações de hidrogênio
- b) ligações peptídicas
- c) *ligações fosfoesteres*
- d) ligações iônicas

Do DNA à
proteína

Quiz

transcriçãoe
tradução

Do DNA à proteína



Qual a enzima responsável
pela "construção" de uma
fita de RNA dutante a
transcrição?

- a) helicase
- b) primase
- c) polimerase
- d) transcriptase

Do DNA à
proteína

Quiz

transcriçãoe
tradução

Do DNA à proteína



Uma base
nitrogenada
presente no RNA
e ausente no
DNA é:

- a) Adenina
- b) Timina
- c) Citosina
- d) Uracila

Do DNA à
proteína

Quiz

transcriçãoe
tradução

Do DNA à proteína



As proteínas são
macromoléculas
formadas por:

- a) aminoácidos
- b) carboidratos
- c) nucleotídeos
- d) fosfolípidios

Do DNA à
proteína

Quiz

transcriçãoe
tradução

Do DNA à proteína



Os trechos que serão
traduzidos dos
transcritos primários
são chamados de:

- a) cauda poli A
- b) íntrons
- c) Cap
- d) éxons

Do DNA à proteína

Quiz

transcrição e tradução

Do DNA à proteína

Quiz

transcrição e tradução

Do DNA à proteína



O número de proteínas em um organismo é muito maior do que a quantidade de genes que as codificam devido ao:

- a) tamanho do genoma
- b) comprimento do telômero
- c) *Splicing alternativo*
- d) posicionamento dos ribossomos

Do DNA à proteína



Em uma proteína os aminoácidos se unem por:

- a) ligações de hidrogênio
- b) *Ligações peptídicas*
- c) ligações fosfolísteres
- d) ligações iônicas

Do DNA à proteína

Quiz

transcrição e tradução

Do DNA à proteína

Quiz

transcrição e tradução

Do DNA à proteína



Nas células eucarióticas a tradução ocorre no citoplasma, na organela chamada:

- a) lisossomo
- b) mitocôndria
- c) ribossomo
- d) peroxissomo

Do DNA à proteína



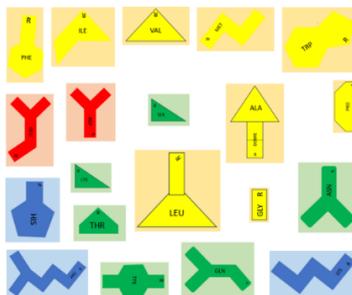
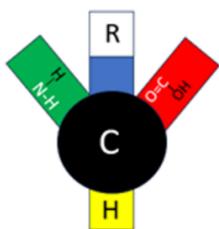
A função de uma proteína está relacionada à sua estrutura final, seu formato, resultado da:

- a) *sequência de aminoácidos*
- b) ligação peptídica
- c) quebra do ATP
- d) desnaturação

APÊNDICE C

Sequência Didática: “Do DNA à Proteína”

Sequência Didática: “Do DNA à Proteína”



PROFBIO
Mestrado Profissional
em Ensino de Biologia



“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.

Tiago da Silva

2024

Caro professor,

A sequência didática "Do DNA à Proteína" foi desenvolvida no âmbito do **programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO**, com o objetivo de apoiar o aprendizado da síntese de proteínas. Essa proposta destina-se às aulas de *expansão* oferecidas no contraturno para alunos do ensino médio noturno, em formato remoto, pelo aplicativo Centro de Mídias do Estado de São Paulo (CMSP). A sequência utiliza uma abordagem gamificada, buscando envolver os estudantes e incentivar a utilização desse recurso digital para complementar o ensino regular.

Para a execução da sequência didática, além do aplicativo CMSP, será necessário a utilização do jogo “Do DNA à Proteína”, disponível em: https://drive.google.com/drive/folders/1iDoq3TRcLiMOoiWo_XPUpCyg2ZhqHuC0?usp=sharing

Sobre a proposta da sequência didática

O objetivo é que os alunos **vivenciem as etapas de transcrição e tradução** em dois ambientes:

- **Ambiente virtual:** representa o núcleo da célula eucariótica
- **Ambiente físico:** representa o citoplasma da célula eucariótica

No final da atividade, os alunos criarão um **modelo proteico** com:

- Destaque para as **ligações peptídicas**
- Enfoque nas **cadeias laterais dos resíduos de aminoácidos**



Público-alvo: 2º ano do Ensino Médio

Habilidades desenvolvidas

As atividades do jogo visam desenvolver as seguintes habilidades, conforme a BNCC:

- **Habilidade EM13CNT301**
Compreender os processos celulares de síntese de proteínas, abordando transcrição e tradução, e relacionando-os à estrutura e função das células eucarióticas.
- **Habilidade EM13CNT305**
Analisar e representar a importância das biomoléculas, especialmente proteínas, destacando seu papel essencial na vida e nos sistemas biológicos.
- **Habilidade EM13CNT202**
Compreender e comunicar ideias científicas por meio de práticas de experimentação, modelagem e simulação – como acontece no jogo em que os alunos experimentam a síntese proteica.

- **Habilidade EM13CNT104**

Desenvolver a capacidade de trabalho em equipe, interpretação e comunicação de resultados, incentivando a colaboração entre os ambientes virtual e físico do jogo.

Sequência didática com 5 aulas	Aula 1: Sensibilização Inicial (Presencial) Desafio: Carta Criptografada (Alusão ao Pareamento das Bases Nitrogenadas)
	Aula 2: Transcrição e Splicing (Remota)
	Aula 3: Jogo de Tabuleiro (Presencial)
	Aula 4: Tradução (Presencial)
	Aula 5: Confeção e Apresentação de Mapas Mentais (Presencial)

Sequência Didática “Do DNA à Proteína” para o Ensino Híbrido utilizando os recursos do aplicativo CMSP – Centro de Mídias do Estado de São Paulo.

1ª AULA

4. 15 min. – Desafio:

Inicialmente, todos os alunos receberão uma carta criptografada, conforme a imagem a seguir, e tentarão descobrir o que está escrito. Os vencedores (cinco ou seis primeiros a depender do tamanho da turma) dessa etapa ganharão o “poder da polimerase” e se tornarão os responsáveis pela transcrição em seu grupo.

Imagem 1 – Carta criptografada

**GUZEN
CAPOR**

VEGÔ FEI GERVEGUDE U ZUNTIGIZUN DO AMU JENRUDU
 OMEGIERURTO, VUMES GERHOGON AM ZEAGE DU MUQAIRUNI
 GOLALUN, OM AMU VIUCOM DE DRU Û ZNETOÍRU. RUE ZONGU
 OSSU EZENTARIDUDO ÁRIGU DO OXZLENUN E MARDE DU
 BIELECIU MELOGALUN!

Fonte: produzido pelo autor

A dica está no título, basta trocar as letras superiores com as inferiores e vice-versa, ou seja, $G \leftrightarrow C$, $U \leftrightarrow A$, $Z \leftrightarrow P$, $E \leftrightarrow O$ e $N \leftrightarrow R$. A mensagem descryptografada ficaria da seguinte forma: VOCÊ FOI CONVOCADO A PARTICIPAR DE UMA JORNADA EMOCIONANTE, VAMOS CONHECER UM POUCO DA MAQUINARIA CELULAR, EM UMA VIAGEM DO DNA À PROTEÍNA. NÃO PERCA ESSA OPORTUNIDADE ÚNICA DE EXPLORAR O MUNDO DA BIOLOGIA MOLECULAR!

5. 15 min. – Contextualização:

Cada aluno “polimerase” deverá compor uma equipe (agrupamento produtivo) durante as atividades propostas e receberão uma fita (**Imagem 2**) em branco para levarem para suas casas, que será utilizada durante a 2ª Aula, no ambiente virtual. Após a composição dos grupos, fazer um *Brainstorming* sobre o que os alunos já sabem sobre DNA, Gene, Transcrição e Tradução e em seguida, exibir os vídeos: DIFERENÇAS ENTRE O DNA E O RNA | 6 PRINCIPAIS DIFERENÇAS | VIDEO ANIMADO. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=b0cZLgTA7hs>>. Acesso em: 12/01/2024 e O QUE É O GENE? COMO FUNCIONA E QUAIS SUAS FUNÇÕES – VÍDEO ANIMADO. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=E6DPIgLqdCo>> Acesso em: 12/01/2024. Ambos do canal da plataforma *YouTube*, NutriDiversidade – Disponível em: <<https://www.youtube.com/@NutriDiversidade>>. Acesso em: 12/01/2024.

Após a exibição dos vídeos, questionar os alunos se perceberam alguma semelhança entre a carta criptografada e as estruturas dos ácidos nucleicos. Espera-se que eles percebam o pareamento específico das bases nitrogenadas.

Imagem 2: RNAm.



Fonte: produzido pelo autor.

6. 15 min – Sistematização:

Registrar na lousa o pareamento específico das bases nitrogenadas no DNA e no RNA durante a transcrição e aplicar um exercício sobre a regra de Chargaff (em um fragmento de DNA a quantidade de Citosinas será igual à quantidade de Guaninas, o mesmo ocorre entre Timinas e Adeninas). (NELSON, DAVID L. 2014)

Exemplo:

Um fragmento de DNA com 100 pares de base (pb) possui 40% de Citosinas (C), determine a quantidade (número de bases) de cada uma das quatro bases nitrogenadas neste fragmento.

Resolução: Determinação das Quantidades de Bases Nitrogenadas em um Fragmento de DNA:

Conteúdo de Guaninas (G):

O fragmento de DNA possui 40% de citosina (C).

Portanto, 40% de 100 pb é igual a 40 pb de citosina, de acordo com a regra de Chargaff - Citosina (C) = Guanina (G), temos também 40 pb de guanina.

Determinação de Adenina (A) e Timina (T):

O conteúdo total de citosina (C) e guanina (G) é $40 \text{ pb} + 40 \text{ pb} = 80 \text{ pb}$.

Como o fragmento de DNA possui 100 pb no total, a quantidade de adenina (A) e timina (T) juntas é $100 \text{ pb} - 80 \text{ pb} = 20 \text{ pb}$. Como a adenina (A) é igual à timina (T) na regra de Chargaff, ambas são $20 \text{ pb} / 2 = 10 \text{ pb}$ cada.

Resumindo:

Adenina (A): 10 pb, 20 bases. Timina (T): 10 pb, 20 bases. Guanina (G): 40 pb, 80 bases. Citosina (C): 40 pb, 80 bases.

Obs.: A ideia aqui é a formação de grupos heterogêneos, porém equilibrados. O professor deverá observar as interações nos grupos buscando perceber as contribuições individuais e coletivas. Indicamos uma avaliação por Rubricas (QUADRO 1) e a utilização dos resultados para contagem de “pontos” durante a sequência de atividades.

Quadro 1: Rubrica avaliativa – aula 1.

	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Os integrantes do grupo seguiram as orientações do professor na formação dos agrupamentos de forma:	Inadequada	Adequada	Excelente
Durante a realização do <i>Brainstorming</i> e a exibição dos vídeos o grupo se portou de maneira:	Inadequada	Adequada	Excelente
A contribuição individual e coletiva, dentro de cada agrupamento ocorreu de modo:	Inadequada	Adequada	Excelente

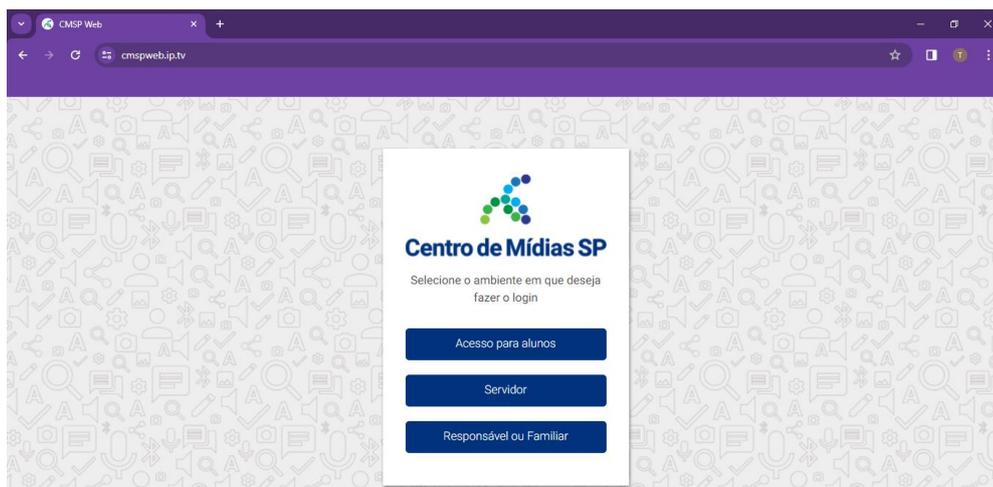
Fonte: Quadro elaborado pelo autor.

2ª AULA

A proposta para essa segunda aula é a utilização dos recursos do aplicativo CMSP (Centro de Mídias do Estado de São Paulo) em uma aula remota de forma síncrona (EXPANSÃO). O acesso à essa plataforma pode ser feito via aplicativo, disponível para aparelhos Android e IOS³, ou ainda pela versão WEB, disponível em: < <https://cmspweb.ip.tv/>>, acesso em: 16/01/2024, a qual vamos exemplificar a seguir:

³CMSP para Android: https://play.google.com/store/apps/details?id=tv.ip.edusp&pcampaignid=web_share
CMSP para IOS: [CMSP na App Store \(apple.com\)](https://apps.apple.com/br/app/cmsp/id1444444444)

Imagem 3: Tela inicial CMSP WEB



Fonte: print da tela

Ao acessar o site CMSP Web, o professor deverá clicar em “servidor”, já os alunos devem clicar em “Acesso para alunos”.

Imagem 4: Página de *login* – CMSP Web



Fonte: print da tela

Para professores o *login* é seu RG, enquanto para os alunos o *login* é seu RA (Registro Acadêmico). A senha é a mesma utilizada na Secretaria Escolar Digital, plataforma *online* que centraliza a gestão da administração escolar da Rede Estadual do Estado de São Paulo. (SECRETARIA ESCOLAR DIGITAL, disponível em: <<https://sed.educacao.sp.gov.br/>>, acesso em: 02/12/2023).

Após o *login*, o professor deverá escolher sua turma e iniciar a aula.

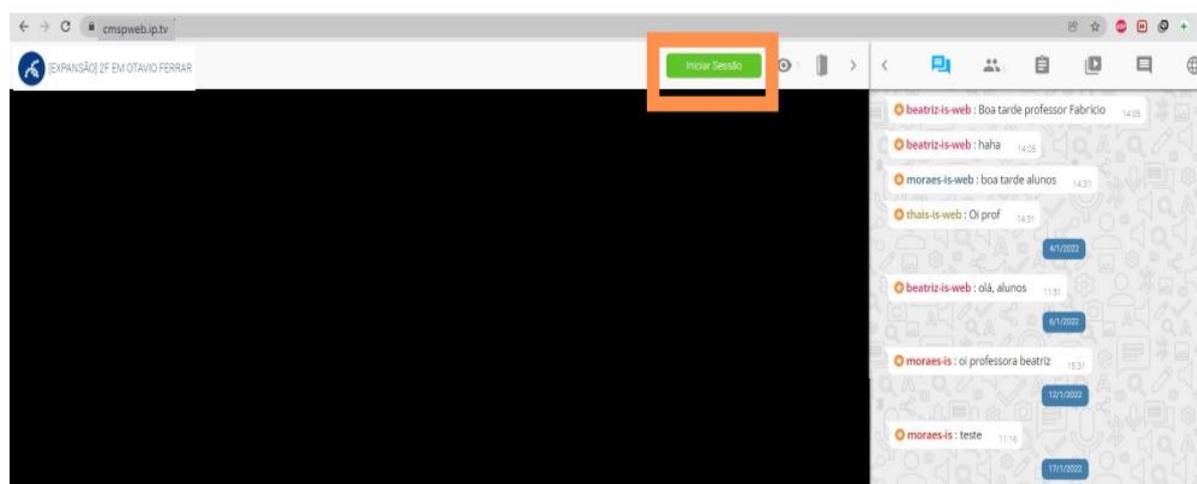
Imagem 5: Escolha da turma – CMSP Web



Fonte:

CMSP 22 TURMAS E AULAS, centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br, 2022. Disponível em: <https://centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/CMSP-22-Transmissao-e-aulas3-2.pdf>. Acesso em: 20/12/2023

Imagem 6: início da aula



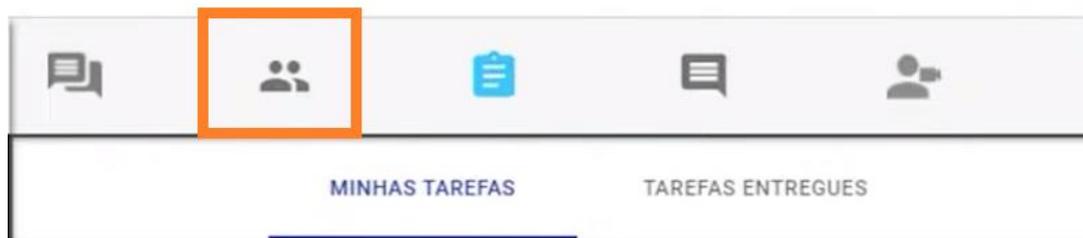
Fonte:

CMSP 22 TURMAS E AULAS, centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br, 2022. Disponível em: <https://centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br/wp-content/uploads/2022/02/CMSP-22-Transmissao-e-aulas3-2.pdf>. Acesso em: 20/12/2023

5. 10 min. – Sensibilização Inicial

Iniciar a aula com algumas questões disparadoras: Nosso DNA possui a “receita” da vida, sendo o gene a unidade fundamental da hereditariedade, como essa informação se transforma em característica? Um gene sempre corresponde a uma proteína? Esses questionamentos podem ser feitos verbalmente ou via *chat*, conforme o professor julgar melhor.

Pedir aos alunos que registrem no *chat* suas respostas e enquanto isso verificar quais alunos estão logados para computar os pontos de cada grupo, para isto basta clicar no ícone em destaque.

Imagem 7: presença dos alunos

Fonte: print da tela

Como um dos objetivos é o incentivo à utilização desta plataforma, é fundamental valorizar a participação ativa dos alunos durante a aula. Indicamos a seguinte tabela de pontuação (QUADRO 2):

Quadro 2: Rubrica avaliativa – aula 2.

	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Presença dos membros do grupo *considerar apenas os alunos com recursos disponíveis	Abaixo de 50%	Entre 50% e 80%	Acima de 80%
Interação no <i>Chat</i>	Inadequada	Adequado	Excelente
Contribuição individual e coletiva na atividade de transcrição e <i>splicing</i>	Inadequada	Adequada	Excelente

Fonte: Quadro elaborado pelo autor.

O professor deverá informar aos alunos que a plataforma digital representará o **núcleo** de uma **célula eucariótica** e que a partir de agora os alunos participarão de uma “corrida, **do DNA à Proteína**”.

6. 10 min – Transcrição

Após a discussão inicial, transmitir o vídeo: TRANSCRIÇÃO DO RNA – BRASIL ESCOLA, disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=U6n2KmK7nGU>>, acesso em: 10/12/2023.

Para isto, basta colar o link do vídeo na tela *pop up* que se abre após a seguinte tela:

Fonte: Imagem elaborada pelo autor

Exemplo de sequências possíveis:

1-2-3-4-5; 1-2-4-3-5; 1-3-2-4-5; 1-3-4-2-5; 1-4-2-3-5; 1-4-3-2-5

4.1 Explicar aos alunos que além do *Splicing*, durante a maturação do RNA, ocorre a adição do CAP e da cauda poli A.

- O **CAP** (*capping*) refere-se à adição de uma estrutura química especial, conhecida como capuz, na extremidade 5' do RNAm. Esse capuz é composto por uma molécula de guanosina metilada e está ligado ao primeiro nucleotídeo do RNAm por uma ligação 5'-5' trifosfato.
- **Importância:** O *capping* desempenha vários papéis, incluindo proteção contra a degradação enzimática, facilitação da exportação do RNAm do núcleo para o citoplasma e sinalização para a máquina de tradução ribossomal iniciar a síntese proteica.
- A **cauda poli A** refere-se à adição de uma sequência de adenina na extremidade 3' do RNAm. Essa cauda é composta por várias adeninas em sequência.
- **Importância:** A cauda poli A está envolvida na estabilidade do RNAm, protegendo-o contra a **degradação**. Além disso, desempenha um papel crucial na exportação do RNAm para o citoplasma e na regulação da eficiência da tradução. LODISH, H., BERK, A., ZIPURSKY, S. L., MATSUDAIRA, P., BALTIMORE, D., & D, J. (2000). *Molecular Cell Biology*. 4th edition. W. H. Freeman.

3ª AULA

Nesta aula os alunos participarão de uma corrida em um tabuleiro. Cada grupo de alunos da aula anterior deverão escolher um representante para comandar o Peão (RNAm) que se moverá de acordo com o número sorteado no dado.

O tabuleiro está organizado com 40 casas, sendo que a primeira se encontra no núcleo e a última representará o Ribossomo.

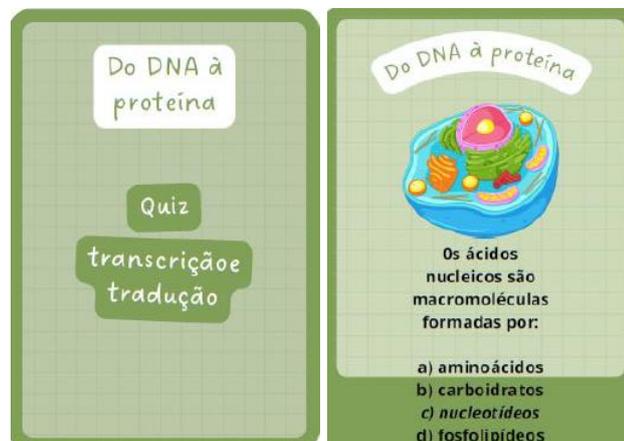
No percurso do tabuleiro haverá 10 casas com um ponto de interrogação e 10 casas com a letra “A”.

Caso o peão caia em uma casa com o ponto de interrogação, o grupo deverá responder a uma questão presente em uma carta (ao todo serão 12 cartas, uma para cada ponto de interrogação e duas extras) se acertarem, eles deverão jogar novamente e avançar no jogo, se errarem, deverão ficar uma rodada sem jogar. As cartas deverão ser colocadas na parte inferior do tabuleiro com as questões voltadas para baixo o professor será o mediador e é ele quem fará as perguntas aos grupos. A resposta correta está grafada em *itálico*.

Se o peão cair na letra “A”, os alunos deverão riscar a última adenina, lembrando que para chegar ao ribossomo a cauda poli A é essencial, caso perca todas a adeninas no caminho, o grupo deverá sortear uma carta e respondê-la corretamente para recuperar uma adenina e continuar no jogo.

O primeiro que chegar ao ribossomo vence essa etapa.

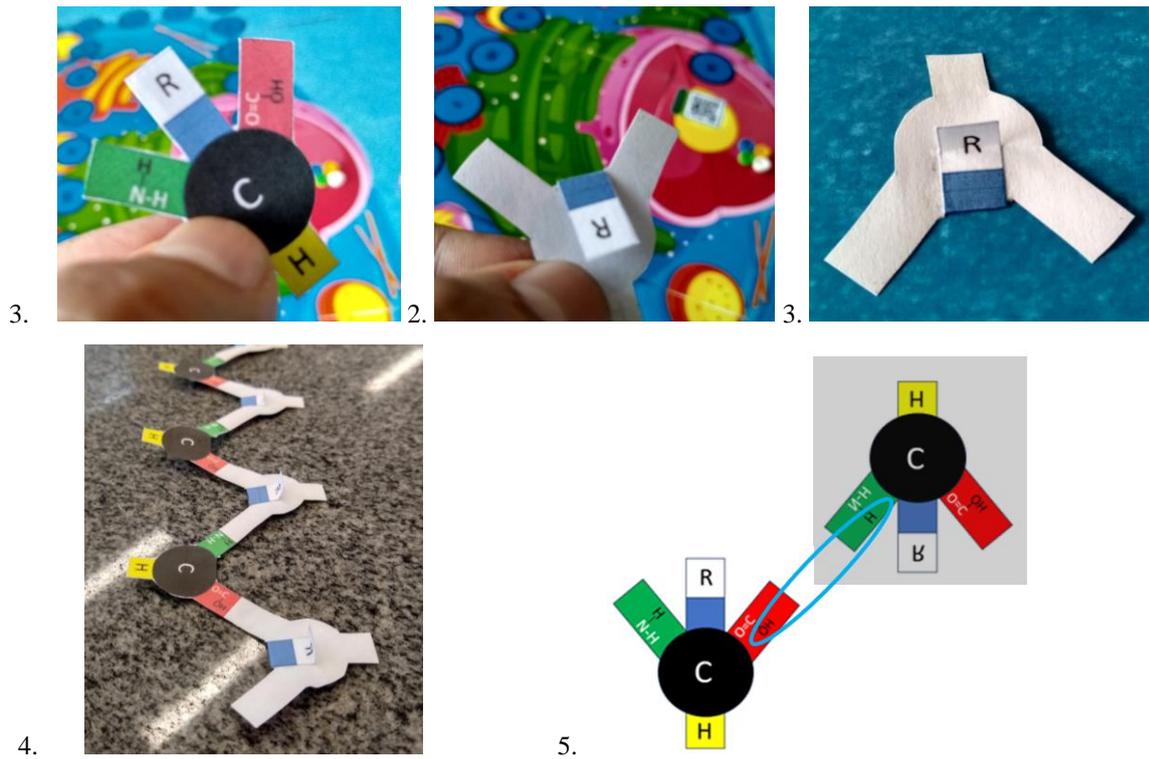
Imagem 11: Tabuleiro e cartas



Fonte: Imagem produzida pelo autor

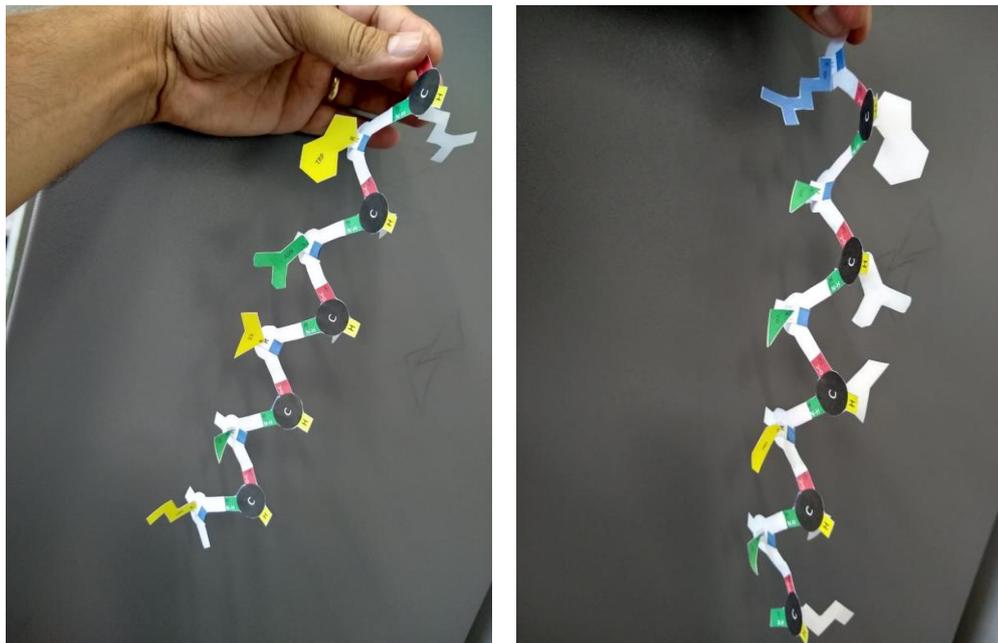
4ª AULA

Cada grupo deverá traduzir seu RNAm utilizando uma tabela de códons e os aminoácidos de papel, a sequência de resíduos de aminoácidos deverá ser colada respeitando a ligação peptídica. No final desta aula os alunos apresentarão seus modelos, retomando a questão inicial sobre a relação entre gene e proteínas.

Imagem 14: Dobras/ ligação peptídica

Fonte: Acervo do autor

As cadeias laterais dos aminoácidos possuem diferentes cores de acordo com suas características: Polar, apolar, ácida e básica, além disso os aminoácidos essenciais possuem um asterisco (*) junto com seu nome. Os grupos deverão recortar e colar os radicais (R) em suas cadeias polipeptídicas, finalizando seus modelos. Para avaliar essa aula, indicamos o quadro a seguir (QUADRO 3).

Imagem 15: modelos de proteína

Fonte: Acervo do autor

Quadro 3: Rubrica avaliativa aula 3 e 4

	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Número de Adeninas na cauda poliA	2-3	4-5	6-7
Colaboração individual e coletiva	Inadequada	Adequada	Excelente
Apresentação do modelo de proteína	Inadequada	Adequada	Excelente
Sequência correta de aminoácidos	Dois erros	Um erro	Todos corretos
Respostas corretas QUIZ	1 ponto por acerto.		

Fonte: Quadro elaborado pelo autor

5ª AULA

Sistematização: Pesquisa e confecção de mapas conceituais – Síntese de Proteínas. Cada grupo deverá pesquisar como as interações das caudas laterais interferem na estrutura tridimensional das proteínas, sintetizando o conteúdo abordado na Sequência Didática em um mapa conceitual feito em folha sulfite ou cartolina, conforme a disponibilidade. Segundo Moreira (2011), um mapa conceitual é uma representação gráfica do conhecimento que permite organizar e relacionar conceitos de maneira hierárquica, facilitando a visualização das conexões entre eles. Esses mapas deverão ser apresentados para toda a turma. Nesta aula será oportuno ao professor observar se os alunos conseguiram compreender o papel do DNA, mRNA, *Splicing*, Ribossomo, tRNA, Proteínas.

REFERÊNCIAS

- BACICH, L.; MORAN, J. (Org.). *Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática*. Porto Alegre: Penso, 2018.
- BISSOLOTI, K.; GARCIA NOGUEIRA, H.; THERESINHA CYBIS PEREIRA, A. Potencialidades das mídias sociais e da gamificação na educação a distância. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 2014. DOI: 10.22456/1679-1916.53511. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/53511>. Acesso em: 06 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Orientações para o desenvolvimento da matriz de competências e habilidades do ENEM*. Brasília, 2021. Disponível em: <http://www.mec.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2024.
- COSTA, Renata. Lições do coronavírus: ensino remoto emergencial não é EAD. *Desafios da Educação*, 02 abr. 2020. Disponível em: <https://desafiosdaeducacao.grupoa.com.br/coronavirus-ensino-remoto>. Acesso em: 12 set. 2022.
- CURRÍCULO PAULISTA: etapa ensino médio / organização, Secretaria da Educação, Coordenadoria Pedagógica; União dos Dirigentes Municipais de Educação do Estado de São Paulo - UNDIME. São Paulo: SEDUC, 2020.
- DNA e síntese de proteínas. *realizeeducacao.com.br*, 2023. Disponível em: <https://realizeeducacao.com.br/wiki/dna-e-sintese-de-proteinas/>. Acesso em: 12 mar. 2023.
- GRANDO, Anita; TAROUÇO, Liane. *O uso de Jogos Educacionais do Tipo RPG na Educação*. 2008.
- LENCASTRE, José Alberto. *Gamificação: um caminho para a inovação educativa*. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade do Minho, Braga, 2014. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/55491>. Acesso em: 28 ago. 2024.
- LODISH, H. et al. *Molecular Cell Biology*. 4. ed. W. H. Freeman, 2000.
- MEC. Novo Ensino Médio. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/novo-ensino-medio>. Acesso em: 12 set. 2022.
- MENDONÇA, Gustavo Blanco de; FÁVERO, Raquel Fernanda. *Centro de Mídias SP: uma ferramenta para educar os estudantes da rede pública para o século XXI*. 2020.
- MICHAELSEN, L. K.; KNIGHT, A. B.; FINK, L. D. *Team-Based Learning: A transformative use of small groups in college teaching*. Sterling: Stylus Publishing, 2002.
- MOREIRA, M. A. *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOTOKANE, Marcelo Tadeu. Sequências Didáticas Investigativas e Argumentação no Ensino de Ecologia. 2015.

NASCIMENTO, Alan Gomes do. Análise do conteúdo de genética presente no ENEM nos anos de 1998 a 2019. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/214>.

NEVES, Bianca. Centro de mídias SP: como funciona o aplicativo e como acessar. 09 dez. 2020. Disponível em: <https://viacarreira.com/centro-de-midias-sp/>. Acesso em: 12 set. 2022.

NELSON, David L.; COX, Michael M. *Princípios de bioquímica de Lehninger* [recurso eletrônico] / David L. Nelson, Michael M. Cox; tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga ... et al.; revisão técnica: Carlos Termignoni ... [et al.]. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

O QUE É O CENTRO DE MÍDIAS DA EDUCAÇÃO DE SÃO PAULO? *centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br*, 2023. Disponível em: <https://centrodemidiasp.educacao.sp.gov.br/o-que-e-o-centro-de-midias/>. Acesso em: 10 mai. 2023.

QR CODE GENERATOR. Disponível em: <https://br.qr-code-generator.com/>. Acesso em: 04 out. 2023.

REDE ESCOLA PÚBLICA E UNIVERSIDADE. Novo Ensino Médio e indução de desigualdades escolares na rede estadual de São Paulo [Nota Técnica]. São Paulo: REPU, 02 jun. 2022. Disponível em: <[www.repu.com.br/notas-técnicas](http://www.repu.com.br/notas-tecnicas)>.

RUMJANEK, Franklin. Quantos genes tem o ser humano e por que esse número é menor que o de proteínas? *cienciahoje.org.br*, 2006. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/quantos-genes-tem-o-ser-humano-e-por-que-esse-numero-e-menor-que-o-de-proteinas/>. Acesso em: 18 jun. 2023.

SÍNTESE PROTEICA. *todamateria.com.br*, 2023. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/sintese-proteica/>. Acesso em: 01 fev. 2024.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Centro de Mídias SP*. Disponível em: <https://repositorio.educacao.sp.gov.br/Inicio/MidiasCMSP>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Currículo Paulista Etapa Ensino Médio. 2020.

SECRETARIA ESCOLAR DIGITAL. *sed.educacao.sp.gov.br*, 2023. Disponível em: <https://sed.educacao.sp.gov.br/>. Acesso em: 02 dez. 2023.

TOLOMEI, Bianca Vargas. A Gamificação como Estratégia de Engajamento e Motivação na Educação. 2017.

PRENSKY, M. The motivation of gameplay: the real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, 2002.

Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press.

Apêndice

Cartas “Guzen Capor”

GUZEN CAPOR

VEGÔ FEI GERVEGUDE U ZUNTIGIZUN DO AMU JENRUDU

 OMEGIERURTO, VUMES GERHOGON AM ZEAGE DU MUQAIRUNIU

 GOLALUN, OM AMU VIUCOM DE DRU Û ZNETOÍRU. RUE ZONGU

 OSSU EZENTARIDUDO ÁRIGU DO OXZLENUN E MARDE DU

 BIELECIU MELOGALUN!

GUZEN CAPOR

VEGÔ FEI GERVEGUDE U ZUNTIGIZUN DO AMU JENRUDU

 OMEGIERURTO, VUMES GERHOGON AM ZEAGE DU MUQAIRUNIU

 GOLALUN, OM AMU VIUCOM DE DRU Û ZNETOÍRU. RUE ZONGU

 OSSU EZENTARIDUDO ÁRIGU DO OXZLENUN E MARDE DU

 BIELECIU MELOGALUN!

GUZEN CAPOR

VEGÔ FEI GERVEGUDE U ZUNTIGIZUN DO AMU JENRUDU

 OMEGIERURTO, VUMES GERHOGON AM ZEAGE DU MUQAIRUNIU

 GOLALUN, OM AMU VIUCOM DE DRU Û ZNETOÍRU. RUE ZONGU

 OSSU EZENTARIDUDO ÁRIGU DO OXZLENUN E MARDE DU

 BIELECIU MELOGALUN!

GUZEN CAPOR

VEGÔ FEI GERVEGUDE U ZUNTIGIZUN DO AMU JENRUDU

 OMEGIERURTO, VUMES GERHOGON AM ZEAGE DU MUQAIRUNIU

 GOLALUN, OM AMU VIUCOM DE DRU Û ZNETOÍRU. RUE ZONGU

 OSSU EZENTARIDUDO ÁRIGU DO OXZLENUN E MARDE DU

 BIELECIU MELOGALUN!

GUZEN CAPOR

VEGÔ FEI GERVEGUDE U ZUNTIGIZUN DO AMU JENRUDU

 OMEGIERURTO, VUMES GERHOGON AM ZEAGE DU MUQAIRUNIU

 GOLALUN, OM AMU VIUCOM DE DRU Û ZNETOÍRU. RUE ZONGU

 OSSU EZENTARIDUDO ÁRIGU DO OXZLENUN E MARDE DU

 BIELECIU MELOGALUN!

GUZEN CAPOR

VEGÔ FEI GERVEGUDE U ZUNTIGIZUN DO AMU JENRUDU

 OMEGIERURTO, VUMES GERHOGON AM ZEAGE DU MUQAIRUNIU

 GOLALUN, OM AMU VIUCOM DE DRU Û ZNETOÍRU. RUE ZONGU

 OSSU EZENTARIDUDO ÁRIGU DO OXZLENUN E MARDE DU

 BIELECIU MELOGALUN!

ANEXOS



COORDENADORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
INSTITUTO DE BIOLOGIA
Universidade Estadual de Campinas
Caixa Postal 6109. 13083-970, Campinas, SP, Brasil
Fone (19) 3521-6378. email: cpqib@unicamp.br

**DECLARAÇÃO**

Em observância ao **§5º do Artigo 1º da Informação CCPG-UNICAMP/001/15**, referente a Bioética e Biossegurança, declaro que o conteúdo de minha Dissertação de Mestrado, intitulada **“JOGO “DO DNA À PROTEÍNA” - UMA PROPOSTA DE ENSINO HÍBRIDO GAMIFICADO COM A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO CMSP – CENTRO DE MÍDIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO”**, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional do Instituto de Biologia da Unicamp, não versa sobre pesquisa envolvendo seres humanos, animais ou temas afetos a Biossegurança.

Assinatura: _____ 

Aluno: Tiago da Silva

Assinatura: _____ 

Orientador(a): Eduardo Galembeck

Declaração

As cópias de artigos de minha autoria ou de minha co-autoria, já publicados ou submetidos para publicação em revistas científicas ou anais de congressos sujeitos a arbitragem, que constam da minha Dissertação/Tese de Mestrado/Doutorado, intitulada JOGO “DO DNA À PROTEÍNA” - UMA PROPOSTA DE ENSINO HÍBRIDO GAMIFICADO COM A UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO CMSP – CENTRO DE MÍDIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, não infringem os dispositivos da Lei n.º 9.610/98, nem o direito autoral de qualquer editora.

Campinas, 08 de outubro de 2024

Assinatura : _____

Nome do(a) autor(a): **Tiago da Silva**

RG n.º 45.021.069-8

Assinatura : _____

Nome do(a) orientador(a): **Eduardo Galembeck**

RG n.º 17763983